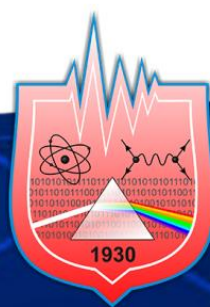




АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ТЕХНИКИ



Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2025



Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ТЕХНИКИ

XIV Республиканская научная конференция
студентов, магистрантов и аспирантов,
посвященная 95-летию
Гомельского государственного университета
имени Франциска Скорины

(Гомель, 24 апреля 2025 года)

Сборник материалов

Научное электронное издание

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2025

ISBN 978-985-32-0104-8

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
университет имени
Франциска Скорины», 2025

Актуальные вопросы физики и техники [Электронный ресурс] : XIV Республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов, посвященная 95-летию Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины (Гомель, 24 апреля 2025 г.) : сборник материалов / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : А. Л. Самофалов (гл. ред.) [и др.]. – Электронные текстовые данные (14,7 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2025. – Системные требования: IE от 11 версии и выше или любой актуальный браузер, скорость доступа от 56 кбит. – Режим доступа: <http://conference.gsu.by>. – Заглавие с экрана.

В сборнике рассматриваются актуальные общетеоретические и прикладные проблемы физики и техники.

В опубликованных трудах представлены исследования новых материалов и технологий, даются рекомендации по использованию их в промышленности, медицине и народном хозяйстве; обсуждаются вопросы моделирования физических процессов, а также проблемы, посвященные методике преподавания физики и информатики в школе и вузе (в частности, особое внимание уделяется использованию мультимедийных и компьютерных технологий, проектно-му обучению); вопросы использования информационных технологий, в том числе сетевых технологий и СУБД в научных исследованиях, процессах и системах передачи, хранения и защиты информации. Статьи участников конференции размещены в алфавитном порядке.

Издание адресуется научным работникам, преподавателям вузов, аспирантам, магистрантам, студентам, учителям школ, гимназий, колледжей.

Материалы публикуются в соответствии с оригиналом, подготовленным редакционной коллегией, при участии издательства.

Редакционная коллегия:

А. Л. Самофалов (главный редактор),
А. А. Середа (заместитель главного редактора),
К. С. Бабич (ответственный секретарь),
А. С. Руденков, В. Е. Гайшун, Г. Ю. Тюменков,
Е. А. Дей, А. В. Воруев, Е. Б. Шершнев, С. В. Шалупаев

ГГУ имени Ф. Скорины
246028, Гомель, ул. Советская, 104,
Тел. : (232) 50-49-03, 50-38-59
<http://www.gsu.by>

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Хахомов С. А. – ректор ГГУ имени Ф. Скорины, д-р физ.-мат. наук, доцент

ЧЛЕНЫ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА

Никитюк Ю. В. – проректор по учебной работе ГГУ имени Ф. Скорины,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Коваленко Д. Л. – проректор по научной работе ГГУ имени Ф. Скорины,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Крук А. В. – первый проректор ГГУ имени Ф. Скорины,
канд. биол. наук, доцент

Рогачёв А. В. – директор научно-исследовательского физико-химического
института ГГУ имени Ф. Скорины, чл.-кор. НАН Беларуси,
д-р хим. наук, профессор

Сердюков А. Н. – профессор кафедры оптики ГГУ имени Ф. Скорины,
д-р физ.-мат. наук, профессор, чл.-кор. НАН Беларуси

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Андреев В. В. – профессор кафедры теоретической физики ГГУ имени Ф. Скорины,
д-р физ.-мат. наук, профессор

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

Самофалов А. Л. – декан факультета физики и информационных технологий
ГГУ имени Ф. Скорины, канд. физ.-мат. наук, доцент

ЧЛЕНЫ ОРГКОМИТЕТА:

Дерюжкова О. М. – заместитель декана факультета физики и информационных
технологий ГГУ имени Ф. Скорины по научной работе,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Середа А. А. – заместитель декана факультета физики и информационных
технологий ГГУ имени Ф. Скорины по учебной работе

Гайшун В. Е. – заведующий кафедрой оптики ГГУ имени Ф. Скорины,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Тюменков Г. Ю. – заведующий кафедрой теоретической физики
ГГУ имени Ф. Скорины, канд. физ.-мат. наук, доцент

Ворув А. В. – заведующий кафедрой АСОИ ГГУ имени Ф. Скорины,
канд. техн. наук, доцент

Руденков А. С. – заведующий кафедрой радиофизики и электроники
ГГУ имени Ф. Скорины, канд. техн. наук, доцент

Шершнев Е. Б. – заведующий кафедрой общей физики ГГУ имени Ф. Скорины,
д-р техн. наук, доцент

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Бабич К. С. – заместитель декана факультета физики и информационных
технологий ГГУ имени Ф. Скорины по НИРС

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

1. «Новые материалы и технологии»

Председатели:

Руденков Александр Сергеевич, канд. техн. наук, доцент.

Гайшун Владимир Евгеньевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

2. «Моделирование физических процессов»

Председатели:

Тюменков Геннадий Юрьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Дей Евгений Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент.

3. «Автоматизация исследований»

Председатели:

Ворув Андрей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент.

Косенок Николай Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

4. «Методика преподавания физики и информатики.

Образовательная робототехника»

Председатели:

Шершнев Евгений Борисович, д-р техн. наук, доцент.

Шалупаев Сергей Викентьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

ПОРЯДОК РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

25 апреля 2024 г.

10⁰⁰–12⁰⁰ – открытие конференции, пленарное заседание – корпус 5, ауд. 2-25 (ул. Советская, 102).

12⁰⁰–15⁰⁰ – работа секций.

Регламент

Доклады на пленарном заседании	– до 20 минут
Доклады и сообщения в секциях	– до 10 минут
Участие в дискуссиях	– до 5 минут

СЕКЦИИ

1. «Новые материалы и технологии»
2. «Моделирование физических процессов»
3. «Автоматизация исследований»
4. «Методика преподавания физики и информатики.
Образовательная робототехника»

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

1. **Никитюк Юрий Валерьевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент, проректор по учебной работе
Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Открытие конференции

2. **Годлевская Анна Николаевна**, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры оптики, заслуженный работник университета

Желонкина Тамара Петровна, заслуженный работник университета

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Основные этапы истории факультета физики и информационных технологий за 95 лет

Школа для молодых ученых

3. **Пилипцов Дмитрий Геннадьевич**, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры радиофизики и электроники

Наноконпозиционные покрытия различного функционального назначения

Пленарное заседание

А. Н. Годлевская, А. Л. Самофалов
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИСТОРИИ ФАКУЛЬТЕТА ФИЗИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗА 95 ЛЕТ

История каждого вуза и его факультетов неотделима от истории государства, и вуз и факультеты развиваются вместе с ним, переживая одни и те же этапы: подъемы, сложности, тяготы военного и успехи мирного времени, участвуя в решении общегосударственных задач. Новые достижения всегда создаются на том базисе, который был создан предшественниками героев нового времени. Поэтому всегда важно знать «Кто мы, откуда мы, куда мы идем?», а также иметь ясное представление о том, как мы шли, и прочную историческую память о прошлом. При подготовке настоящего сообщения использованы многочисленные фрагменты источников, авторы и составители которых по крупицам собрали информацию об истории Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины, и нашли в них место для отражения исторического развития факультета, который в настоящее время называют факультетом физики и информационных технологий.

В 1920–1930-е годы развитие высшего образования в Беларуси происходило в сложных социально-экономических и внутриполитических условиях. В связи с резким возрастанием темпов индустриализации требовалось значительно увеличить количество инженерных и технических кадров, но сделать это без ликвидации неграмотности в среде молодежи и взрослого населения было сложно по причине нехватки учителей. Особенно остро нехватка учителей ощущалась в конце 1920-х годов. Педагогический факультет Белорусского государственного университета и педагогические техникумы не были в состоянии разрешить эту проблему. Но до 14 марта 1930 года в документах Госплана, хранящихся в архивах, не было даже упоминания об открытии педагогических вузов. Только в апреле 1930 года Госпланом было предусмотрено открытие двухлетних пединституты в шести городах республики, в том числе и в Гомеле с 1930/1931 учебного года. Официальной датой открытия Гомельского педагогического института и факультета, который в настоящее время называют факультетом физики и информационных технологий, можно считать 21 июня 1930 года. Именно в этот день было подписано соответствующее решение Совета народных комиссаров БССР. Торжественное открытие Гомельского педагогического института состоялось 8 ноября 1930 года [1, с. 9; 2, с. 8]. В составе института было только два отделения: физико-математическое и биологическое, и предполагалась двухлетняя подготовка студентов.

В начале 1932/1933 учебного года руководство СССР обратило внимание на качество подготовки специалистов, и 19 сентября 1932 года было принято постановление ЦИК СССР «Об учебных программах и режиме в высшей школе и техникумах».

11 октября 1932 года на партийно-комсомольском собрании пединститута было принято решение добиваться скорейшего перевода на трехлетнюю, а с 1933 года – на четырехлетнюю подготовку. Рекомендовалось при составлении новых учебных планов для студентов набора 1932 года ввести специализацию по отдельным научным направлениям (физике, математике, химии, природоведению). Общетеоретические и специальные предметы должны были занимать в планах не менее 80–85 %. До 1 ноября следовало пересмотреть все учебные программы с учетом профиля каждого отделения, предусматривая в них не только теоретическую часть, но и лабораторные работы, а также практикум, связанный с данной дисциплиной [1, с. 27–28]. Все виды практикумов должны были способствовать приобретению студентами умений и навыков

преподавателя-педагога. При этом необходимо было пополнять штат квалифицированными специалистами, как правило, переведенными в Гомельский пединститут из других вузов, а также молодыми специалистами, окончившими вуз, в том числе, и выпускниками института.

С первых дней пришлось решать задачи о выполнении плана приема студентов, о создании материально-технической базы для обеспечения учебного процесса и научной деятельности, о формировании преподавательского коллектива и обеспечении жильём студентов и преподавателей. Во второй половине 1930-х годов в целях политехнизации высшего образования в учебный план физико-технического отделения были введены следующие дисциплины: организация и рационализация производства, машиностроение, технология материалов, электротехника и электрификация, основы сельхозтехники и сельхозмашин, техническое черчение, радиотехника. Студенты физико-технического отделения проходили три вида практикумов: фабрично-заводской (в цехах завода «Сельмаш»), колхозно-совхозный (в совхозе «Брилёво»), педагогический (в школах). Для улучшения работы по политехнизации требовалось создать свои мастерские и политехнический кабинет, организовать политехническую подготовку преподавателей, создать детскую техническую станцию, оказывать помощь школьным учителям и многое другое.

Работу физико-технического отделения, а затем (с 1935/1936 учебного года) физико-математического факультета в Гомельском пединституте в разные годы возглавляли Я. С. Алехнович (1930–1934), А. А. Штернов (1934–1936), Левченя (1937), В. Д. Глатёнок (1937–1956; 1959–1963), П. М. Хацкевич (1953–1954), С. П. Никитин (1957), В. Г. Симонов (1958–1959), М. С. Кузей (1959 – 1961).

С 1933/1934 учебного года начался переход на четырехлетнее обучение. Была организована кафедра физики в составе и. о. заведующего И. М. Голуба, профессора И. Ф. Матушкина, ассистентов Дашука, Л. М. Колба, Е. В. Ткачева. С 1935/1936 учебного года за физико-математическим факультетом были закреплены кафедры физики и методики физики (заведующий доцент А. А. Штернов), математики и методики математики (заведующий профессор Н. А. Михалевич). В составе дневного института был также польский сектор физического отделения. Физическое отделение было и в составе вечернего института [1].

В целях повышения качества учебного процесса в октябре 1935 года в институте был объявлен конкурс на лучшую лекцию. Каждый участник конкурса должен был прочитать две открытые лекции; тему одной из них выбирал он сам, а на вторую без предупреждения преподавателя не позже чем за 3 дня приглашались все желающие. Лекции всесторонне анализировались членами жюри с привлечением общественности факультета. Для поощрения победителей устанавливались 6 премий: 3 первых по 500 рублей, 3 вторых по 300 рублей. Заметим, что месячный оклад заведующего кафедрой в то время составлял 200 рублей [1, с. 56–57].

Повышались требования и к студентам. Студента, пропускающего занятия и имеющего неудовлетворительные отметки, увольняли как «лодыря и дезертира». Ко всем уволенным студентам предъявляли иск о возвращении в доход государства выделенных им в период нахождения в институте средств [1, с. 31].

«С целью создания условий для подготовки высококвалифицированных преподавателей, хорошо знающих школу и ребёнка», приказом народного комиссариата просвещения от 7 августа 1935 года за Гомельским пединститутом в качестве базовой школы была закреплена гомельская школа имени К. Либкнехта. При этом предписывалось «для самостоятельного развёртывания научно-исследовательской работы в базовой школе ... кафедрам пединститута по физике, математике ... выделить из своего состава научных работников для постоянной связи со школой с целью систематической методической работы по соответствующим предметам, а в случае необходимости также для ведения преподавательской деятельности в школе» [1, с. 57].

В целях оказания помощи абитуриентам и учителям в рамках Института выходного дня читались научно-популярные лекции, для обеспечения приема в вуз использовались такие приемы как разнарядка (современный его аналог – целевой прием), вербовка, агитация и др. В 1939/1940 учебном году на физико-математический факультет планировалось принять 105 человек, в 1940/1941 учебном году – 34.

Улучшению условий для обучения и повышения качества подготовки специалистов способствовало введение в строй общежития по улице Песина (1935/1936 учебный год; нынешний учебный корпус № 3) и четырехэтажного учебного корпуса (1940, теперь это учебный корпус № 2) с десятками лабораторий и кабинетов, оснащенных современным оборудованием, с читальным залом и библиотекой. С введением учебного корпуса значительно улучшились условия и для научно-исследовательской работы.

За первое десятилетие вуза на физико-математическом факультете было подготовлено 150 физиков и 430 математиков. Но с 1 сентября 1939 года, с началом второй мировой войны перечень задач института и факультета стали значительно расширяться, так как началась напряженная «мобилизационно-оборонная» работа по подготовке к отражению возможной агрессии.

С началом Великой Отечественной войны и эвакуации г. Гомеля жизнь института и его факультетов коренным образом изменилась. Основной задачей администрации вуза была подготовка имущества к эвакуации в Кировскую область. В эвакуации научного фонда института участвовал и старший преподаватель кафедры физики и методики физики П. М. Хацкевич. В июне 1941 г. вместе с институтом он был эвакуирован в Кировскую область, в города Халтурин (теперь Орлов) и Омутнинск. В 1941–1942 годах П. М. Хацкевич работал преподавателем в городе Халтурине; в мае 1942 года был призван в Советскую армию. В Омутнинском учительском институте преподавали физику старшие преподаватели кафедры общей и теоретической физики Гомельского пединститута Д. Я. Окунь (в 1935–1941; в 1944 году вернулся в Гомель и работал старшим преподавателем) и И. И. Сельвонский (с сентября 1941 года; в 1944 году вернулся в Гомель, работал заведующим кафедрой общей и теоретической физики пединститута) [3].

Эвакуировать удалось только 6 вагонов с оборудованием кабинетов и лабораторий и 15 тысяч книг. 19 августа 1941 года Гомель был захвачен врагом, и с 21 августа оккупанты стали использовать здание Гомельского пединститута и его общежитие для своих нужд. В учебном корпусе разместили военный госпиталь. Часть материальных ценностей института была вывезена в Германию, а оставшееся оборудование, книги, учебно-методические пособия были уничтожены или разграблены [1, с. 74].

Более 250 преподавателей и сотрудников Гомельского педагогического института имени В. П. Чкалова воевали на фронтах Великой Отечественной войны, были участниками партизанского и подпольного движения. Среди них и 14 преподавателей и сотрудников, в разное время работавших на физико-математическом и физическом факультете: Б. В. Бокуть, Д. Н. Гаркунов, В. Д. Глатёнок, Н. А. Елецкий, М. С. Кузей, Ф. А. Лопашин, И. Н. Палий, П. Ф. Прокофьев, В. Г. Симонов, П. С. Тариков, А. И. Украинец, П. М. Хацкевич, А. М. Цурганов, М. И. Чичин.

26 ноября 1943 года Гомель был освобожден от немецко-фашистских захватчиков. Сразу после освобождения города в учебном корпусе пединститута размещался эвакуационный госпиталь № 257, а в общежитии находилась воинская часть. В декабре 1943 года началась подготовительная работа по возобновлению деятельности Гомельского педагогического института и реэвакуации имущества из Кировской области [3].

С 1944/1945 учебного года возобновилась работа пединститута, в том числе и физико-математического отделения. Студенты вместе с преподавателями участвовали в восстановлении города: расчищали дворы, заготавливали и доставляли дрова, восстанавливали и ремонтировали лаборатории и кабинеты, работали в пригородном хозяйстве и т. п.

Из 42 преподавателей института, работавших в нем в первый послевоенный год, 17 работали в коллективе и до Великой Отечественной войны, в том числе декан физико-математического факультета В. Д. Глатёнок и старший преподаватель кафедры общей физики П. М. Хацкевич, который в 1950–1951 годах работал заместителем директора по учебной и научной работе Гомельского государственного педагогического института имени В. П. Чкалова.

Еще в предвоенном 1940 году постановлением совета народных комиссаров была введена плата за обучение в вузах и других учебных заведениях по 150 рублей за каждый семестр. При этом успешно обучавшимся выплачивалась стипендия.

В первые пять послевоенных лет были трудности и с набором студентов, с их успеваемостью и общей грамотностью. Для поощрения отличившихся в учебе и общественно-политической работе назначались специальные стипендии. Так, стипендию имени Сталина в 1946 году получал Н. А. Елецкий, участник финской военной кампании и Великой Отечественной войны; стипендию имени Калинина – математик Н. К. Глыбин, участник Великой Отечественной войны. К концу 1949/1950 учебного года на «хорошо» и «отлично» учились 50 % студентов; неуспевающих было только 8 % (по всему институту).

К концу 40-х годов XX века в институте и на физмате острым был вопрос о педагогических кадрах. Кафедру общей физики с 1947 года возглавлял старший преподаватель И. И. Сильвонский. В составе кафедры были профессор-совместитель доктор технических наук В. А. Ульяницкий, старшие преподаватели Г. П. Сергеев, У. И. Франкфурт, П. М. Хацкевич, преподаватель А. М. Бородаев и ассистенты П. В. Ковалёв и З. В. Николаева. Кафедрой математики заведовал доцент кандидат физ.-мат. наук Ф. И. Шмидов, в составе кафедры были старшие преподаватели В. Д. Глатёнок, З. К. Гроховский, В. Г. Кравцов, В. И. Рибоконь, И. Б. Хайкин.

Несмотря на трудности послевоенного времени, «отсутствие света, литературы и аппаратуры, долгий перерыв в работе» ряд преподавателей физико-математического факультета активно включился в научно-исследовательскую работу – готовили кандидатские диссертации В. Д. Глатёнок (его интересовали история и методика преподавания аналитической геометрии) и И. И. Сильвонский, который изучал диэлектрические свойства стекла. С 1954 до 1958 года у преподавателей была возможность публиковать результаты научных исследований в «Учёных записках» Гомельского государственного педагогического института. Среди 65 статей, опубликованных в пяти выпусках журнала, были и 7 работ по проблемам физики: по три единолично подготовленные С. П. Никитиным, В. Г. Симоновым, и одна коллективная работа С. П. Никитина, И. И. Сильвонского, А. М. Цурганова, Е. Я. Казиминова.

В конце 40-х годов было создано студенческое научное общество, проводились студенческие научные конференции. В 1955 году на факультете появились первые лауреаты республиканского конкурса студенческих научных работ, руководителями которых были канд. физ.-мат. наук С. П. Никитин, канд. физ.-мат. наук В. Г. Симонов, ассистент А. М. Цурганов.

С 1951 по 1954 год учителей готовили также на вечернем отделении физико-математического отделения вуза. Отделение было закрыто в связи с тем, что с 1954 года предусматривалась отдельная подготовка математиков и физиков. Отделения физики и математики были объединены в один факультет – физико-математический. К 1955 году на физмате обучалось 267 студентов-математиков и 189 студентов-физиков.

С 1956/1957 учебного года на физмате были введены новые учебные планы, в которых предусматривалась пятилетняя подготовка специалистов. Выпускникам физмата присваивалась специальность «учитель математики, физики, основ производства и черчения».

В связи с переходом на новые учебные планы и политехнизацией обучения физмат остро нуждался в организации кабинетов астрономии и математики, в оборудовании лабораторий машиноведения и теплотехники, технологии металлов. Для обучения студентов вождению по программе автомобильного практикума кафедре физики требовалось 3–5 автомашин. Практические занятия по технической механике проводились в лаборатории завода «Гомсельмаш» с участием опытных инженеров.

Наряду с традиционной педагогической практикой студенты специальности «физика» с 1957/1958 учебного года проходили педпрактику по основам производства, подробно знакомились с работой школьных мастерских, с постановкой преподавания дисциплин политехнического цикла. Около 50 % студентов выпускных курсов направлялись на педпрактику в лучшие сельские школы Гомельской области.

Студенты участвовали в разработке наглядных пособий, предназначенных для демонстрации физических явлений и математических моделей на уроках. В 1957/1958 учебном году на республиканский конкурс наглядных пособий, изготовленных студентами, было представлено 55 работ по физике и 98 по математике; многие из них были отмечены дипломами.

Со второй половины 1950-х годов значительно увеличилось количество часов на производственную практику. Студенты направлялись на «Гомсельмаш», авторемонтный завод, электростанцию и другие предприятия, где изучали устройство, сборку машин, знакомились с технологией изготовления и ремонта деталей, узлов, агрегатов, работали в цехах и получали навыки по некоторым профессиям (токари, фрезеровщики, слесари, электросварщики и др.). Практикум по автоделу завершался экзаменом и получением водительских прав, студентам, успешно прошедшим практикум «Учебное кино», вручалось удостоверение киномеханика.

С 1 сентября 1959/1960 учебного года начал работать инженерно-педагогический факультет, название которого в последующие годы трижды менялось (индустриально-педагогический, общетехнических дисциплин и труда, общетехнических дисциплин и физики) [4].

В целях оказания помощи студентам-заочникам из различных вузов СССР 1 июля 1961 года был открыт учебно-консультационный пункт, в работе которого принимали участие и преподаватели физмата. В 1968 году к этому пункту были прикреплены студенты из 55 вузов СССР.

В последние два года деятельности вуза в статусе пединститута учителей для средних школ готовили на пяти факультетах – на дневном отделении по 7 специальностям (в том числе по физике и математике), на заочном – по 6 специальностям, одна из которых математика.

На физмате, как и во всем институте была значительная текучесть кадров, обусловленная реорганизацией подразделений, нехваткой жилья и другими причинами. Среди принятых на работу во второй половине 50-х и начале 60-х годов преподаватели физмата А. Н. Качамин (в 1972 г. защитил диссертацию «Об определении размеров, формы, ограничения и удельной поверхности областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей») и М. И. Твардовский (1960) – соответственно на кафедры теоретической и экспериментальной физики и общей физики. В 1960-е годы для чтения лекций приглашались учёные из других вузов (из Минска, Новозыбкова, Мозыря). Во второй половине этого десятилетия у преподавателей появилась возможность пройти переподготовку в ведущих вузах СССР: в Ленинградском, Московском, Белорусском государственных университетах, в Академии педагогических наук СССР.

В послевоенные годы в стране была необходимость в быстром строительстве жилых и производственных помещений, дорог, сельскохозяйственных строений и т.п. В 1960-е – первой половине 1980-х годов массовым и очень популярным стало стройотрядовское движение. Студенты работали на многих комсомольских стройках.

Например, в освоении целинных земель участвовала Т. П. Желонкина. Как студентку-отличницу и активного участника общественной жизни института (возглавляла комсомольскую организацию факультета, была членом комитета комсомола института) по окончании учебы Тамару Петровну распределили для работы ассистентом кафедры физики, и вся её более чем полувековая трудовая деятельность прошла в составе этой кафедры. Работу в должности ассистента, преподавателя, старшего преподавателя Т. П. Желонкина сочетала с исполнением обязанностей партгрупорга, заместителя декана по воспитательной работе. На факультете были свои творческие коллективы: вокально-инструментальный ансамбль, танцевальный коллектив, студенческий театр, подготовивший два полноценных спектакля («Валентин и Валентина» и «Лошадь Пржевальского»), студенческий театр эстрадных миниатюр (СТЭМ). Каждый из них возглавляли студенты разных курсов. В Дни физика организовывались выставки художественного творчества студентов и преподавателей, студенческие научные конференции, пресс-конференции преподавателей, соревнования между командами студентов и преподавателей в Клубе веселых и находчивых. Много внимания уделялось патристическому воспитанию студентов; на встречи с ними охотно приходили бывшие участники Великой Отечественной войны, работавшие на факультете и в других подразделениях вуза. Заместитель декана по спортивно-массовой работе Г. И. Воротницкий ежегодно организовывал лыжные «Звездные походы» по местам боевой славы. По многим видам спорта студенты факультета были призерами вузовской «Универсиады», а преподаватели и сотрудники – спартакиады «Здоровье». В общежитии, где проживали студенты факультета, состоялась не одна встреча с артистами Гомельского областного драматического театра.

Ни одно значимое мероприятие на факультете не проходило без живого участия Т. П. Желонкиной. В 2014 году Т. П. Желонкиной было присвоено звание «Заслуженный работник ГГУ имени Ф. Скорины». И находясь на заслуженном отдыхе, Тамара Петровна постоянно интересуется жизнью факультета и членов его коллектива, поддерживает связь со своими бывшими студентами-дипломниками, членами студенческого актива и коллегами.

В начале 1967/1968 учебного года деканом физико-математического факультета был ст. преподаватель Н. М. Елецкий, деканом факультета общетехнических дисциплин и физики – ст. преподаватель А. М. Цурганов. В 1969 году в жизни физико-математического факультета начался новый этап, обусловленный преобразованием педагогического института в Гомельский государственный университет. Решение об этом было принято Советом Министров СССР 6 января 1969 года. Торжественное заседание, посвященное открытию университета состоялось 24 мая 1969 года во дворце культуры имени В. И. Ленина. Приказом Министра высшего и среднего специального образования от 31.03.1969 № 130 вместо физмата в составе университета были утверждены два факультета: механико-математический и физический. Студенты третьего и четвертого курсов завершали обучение по программам пединститута, а те, кто учился на первом и втором курсе, должны были освоить дисциплины, включенные в переходной учебный план. С 1.09.1969 подготовка учителей по специальности «общетехнические дисциплины с дополнительной специальностью «физика» передавалась в Мозырский государственный педагогический институт имени Н. К. Крупской, а студенты Гомельского вуза, обучавшиеся по этой специальности, влились в контингент физического факультета – с сохранением названия отделения.

В апреле 1970 года в составе физического факультета было три кафедры: физики твердого тела (заведующий доктор технических наук профессор Д. Н. Гаркунов; в штате 4 кандидата наук и 5 преподавателей, не имеющих ученой степени); теоретической физики (заведующий кандидат физико-математических наук доцент В. Г. Симонов; 3 кандидата наук и 7 преподавателей без ученой степени), общей физики (заведующий

кандидат физико-математических наук доцент И. В. Лягин; 2 кандидата наук, 8 преподавателей без ученой степени).

1 сентября 1969 года символический ключ от университета был передан первокурснице физического факультета Валентине Пешковой (в замужестве Шолох), которая успешно окончила не только полный курс обучения в вузе, но и аспирантуру Белорусского государственного университета, защитила диссертацию, стала кандидатом физико-математических наук и доцентом. Вся почти полувековая трудовая деятельность В. Г. Шолох связана с кафедрой оптики, открытой в августе 1969 года.

Численность студентов физического факультета заметно увеличилась не только из-за объединения факультетов, но и вследствие увеличения плана приема: в 1969 году принято на первый курс 100 человек, в течение нескольких лет первокурсниками физфака становились 125 – 150 юношей и девушек; при этом ежегодно был конкурс. Факультет быстро стал одним из самых многочисленных в вузе.

После преобразования педагогического института в университет деканами физико-математического и физического факультета (после разделения физмата на физический и механико-математический) были Н. А. Елецкий (1963–1969), В. В. Харитонов (1969–1970), Н. И. Алешкевич (1970–1971), В. А. Балакин (1971–1972), Л. Х. Антропова (1972–1973), В. Н. Стариков (1973–1977, 1982–1986), В. Я. Матюшенко (1977–1982), Н. В. Максименко (1982–1983).

Представление о структуре факультета на разных этапах его развития можно составить, анализируя таблицу 1, в которой приведена информация о заведующих кафедрами. Кафедра физики твердого тела была закрыта в 1992 году в связи с прекращением подготовки студентов по этой специальности, а кафедра физической метрологии в 1997 году была присоединена к кафедре оптики.

На всех этапах развития факультета преподаватели всех его кафедр участвовали в научно-исследовательской работе и вовлекали в нее студентов. Сначала исследования финансировались из государственного бюджета.

В 1968 году кафедрой физики был заключен первый хозяйственный договор по теме «Исследования характеристик и свойств полимерных покрытий оптическими и спектральными методами». На кафедре физики проводились также исследования по проблемам обучения и воспитания учащихся в средней школе. В связи с этой тематикой нельзя не упомянуть серию книг М. С. Кузея [5–8], содержание которых во многом актуально и в настоящее время, и учебное пособие А. М. Цурганова по технологии металлов и других материалов [9].

Хотя научные исследования проводились на факультете с первых дней его существования в вузе, но в предвоенные и послевоенные годы возможности для этого вида деятельности были небольшими. Существенно расширились они с созданием в университете научно-исследовательского сектора (1971), первым начальником которого стал М. И. Твардовский. Ректор университета В. А. Белый поставил стратегическую задачу – создать и развивать научную базу в поддержку специальностей, по которым в государстве необходимы специалисты. Большой вклад в развитие научных исследований внесли также сменивший В. А. Белого на посту ректора Б. В. Бокуть, и А. Н. Сердюков, сменивший М. В. Научителя на посту проректора по научной работе. Научные исследования стали неотъемлемой частью деятельности вуза и обязательной составляющей в работе преподавателей.

Большое значение в увеличении доли штатных сотрудников факультета, которым присвоены ученые степени, имело открытие аспирантуры и докторантуры. Научная деятельность факультета постоянно направлена на решение актуальных научных и научно-технических проблем, имеющих значение для развития Беларуси и ее регионов.

Основные ее этапы за период с 1968 по 2004 год перечислены в хронологическом порядке в статье Д. Г. Лина [10], подготовленной к 75-летию университета. Выделим некоторые научные достижения, полученные факультетом в те годы, когда еще не распался СССР.

Таблица 1 – Заведующие кафедрами физического факультета на разных этапах их развития

Кафедра общей физики 1937 Успенский Е. К. 1959 Симонов В. Г. 1961 Цыганок Н. Ф. 1967 Лягин И. В. 1971 Антропов В. А. 1976 Казак Н. С. 1979 Стрижнев В. С. 1984 Лин Д. Г. 1997 Семченко И. В. 2006 Шершнёв Е. Б.	Кафедра теоретической физики 1944 Сельвонский И. И. 1969 Симонов В. Г. 1972 Стариков В. Н. 1976 Максименко Н. В. 2008 Андреев В. В. 2018 Тюменков Г. Ю.	Кафедра оптики 1974 Бокуть Б. В. 1979 Сердюков А. Н. 1993 Гиргель С. С. 1998 Сердюков А. Н. 2003 Хахомов С. А. 2009 Алешкевич Н. А. 2017 Гайшун В. Е.	Кафедра радиофизики и электроники 1972 Добровольский И. Ф. 1987 Ушаков Ю. С. 1999 Шалупаев С. В. 2004 Мышковец В. Н. 2021 Руденков А. С.
Кафедра АСОИ (ТСОЭИ, в 1980–1993 – в составе экономического факультета) 1988 Иванюк А. И. 1993 Демиденко О. М. 2007 Левчук В. Д. 2022 Ворувев А. В.	Кафедра физики твердого тела 1970 Гаркунов Д. Н. 1971 Шпеньков Г. П. 1972 Балакин В. А. 1988 Мельниченко И. М.	Кафедра физической метрологии 1977 Ставров В. П. 1986 Алешкевич Н. И.	

1968 – по заказу ИММС АН БССР в пединституте им. В. П. Чкалова началось выполнение первой хоздоговорной (ХД) работы «Исследование характеристик и свойств полимерных покрытий и пленок оптическими и спектральными методами» с годовым объемом финансирования всего 2223 рубля.

1971 – объем ХД достиг 64,6 тыс. рублей, количество НИР – 16. Впервые на ВДНХ СССР продемонстрированы три экспоната, подготовленные на кафедре физики твердого тела под руководством профессора Д. Н. Гаркунова, удостоенные серебряной и двух бронзовых медалей.

1972 – Число ХД НИР достигло 21, годовой объем финансирования – 161 тыс. рублей. Защищены несколько диссертаций. На базе ГГУ проведена III Республиканская студенческая конференция лауреатов конкурса научных работ.

1973 – создана первая студенческая научная лаборатория. Лауреатами Премии Ленинского комсомола в области науки и техники стали Д. Г. Лин, Ю. М. Плещачевский, Н. И. Егоренков. На республиканском конкурсе НИРС дипломами I–III степени отмечены 87,9 % работ, представленных ГГУ. Объем ХД НИР достиг 224,6 тыс. рублей.

1974 – под руководством доктора физ.-мат. наук профессора Б. В. Бокутя открыта кафедра оптики и началось развитие всемирно известного научного направления в области нелинейной оптики и акустики анизотропных сред. На факультете введена должность заместителя декана по научной работе. Б. В. Бокуть избран членом-корреспондентом АН БССР.

1975 – в учебные планы выпускающих кафедр впервые введена учебно-исследовательская работа студентов. На Республиканском конкурсе НИРС дипломами I–III степени отмечены 96,6 % работ, представленных ГГУ.

1976 – как результат сотрудничества с Объединенным институтом ядерных исследований (г. Дубна) и Институтом физики АН БССР на базе кафедры теоретической физики ГГУ создан Белорусский научный центр по обработке фильмовой информации. Впервые экономический эффект от внедрения законченных НИР в промышленность (870 тыс. руб.) превысил годовой объем хоздоговорных НИР (740,4 тыс. руб.).

1977 – создана первая в ГГУ отраслевая научно-исследовательская лаборатория «Электродинамика сложных систем», а также совместная с Гомельским СКТБ АП научная лаборатория микроэлектроники. На базе ГГУ проведена XI Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий и релятивистской ядерной физике.

1978 – Б. В. Бокутю присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки БССР». Создано первое учебно-научно-производственное объединение «ГГУ – ГKB «Луч» – Гомельский радиозавод».

1979 – учрежден конкурс на лучшую научную работу и проведены первые Ленинские (ныне Скорининские) научные чтения. Лауреатом чтений признан доцент А. Н. Сердюков.

1980 – открыта первая в университете проблемная научно-исследовательская лаборатория физико-химической механики процессов трения.

1981 – Объем НИР превысил 1,5 млн.руб., экономический эффект от внедрения разработок – порядка 3 млн. руб. Защитил докторскую диссертацию В. П. Ставров, заведующий кафедрой физической метрологии (позже – замминистра высшего образования БССР).

1982 – в научных исследованиях широко используются созданные при кафедре радиофизики в научных лабораториях «Электродинамика сложных систем» и «Синтез» автоматизированные измерительные комплексы. Создана служба стандартизации и метрологического обеспечения учебного процесса и научных исследований. Заключены договора о творческом сотрудничестве с научными организациями АН БССР.

1984 – Б. В. Бокутю присуждена государственная премия АН СССР. Образованы две научно-производственные лаборатории: на Гомельском мотороремонтном заводе и Речицком опытном заводе «Ритм». Бронзовыми медалями ВДНХ СССР награждены И. Н. Яковцов и В. А. Яцкевич.

1985 – подана 31 заявка на изобретения, получены 15 авторских свидетельств.

1986 – получено более 10 авторских свидетельств об изобретениях. Дипломом II степени ВДНХ СССР награжден В. А. Яцкевич, И.В., дипломом III степени – И. Ф. Добровольский.

1987 – за участие в ВДНХ СССР группа сотрудников ПНИЛ награждена бронзовой медалью. НИС возглавил Г. С. Митюрин.

1988 – серебряной медалью ВДНХ СССР награжден заведующий ПНИЛ доцент И. М. Мельниченко.

1992 – Из-за инфляции преобладающим стало госбюджетное финансирование научных исследований.

1994 – начало исследовательских работ по программе «ТЕМПУС».

1995 – впервые продана лицензия на право использования изобретения (Лидскому заводу «Оптик»). Подписан контракт по программе «ТЕМПУС». Создан совет по защите диссертаций (по специальности «оптика»).

1996 – научные исследования выполняются по государственным научно-техническим программам, государственным программам фундаментальных исследований, межвузовским программам фундаментальных исследований. Членом-корреспондентом НАН Беларуси избран профессор А. Н. Сердюков.

1997 – проректором по научной работе стал доктор тех. наук профессор Д. Г. Лин.

1998 – успешно пройдена государственная аттестация. Сформированы крупные научные школы А. Н. Сердюкова, Д. Г. Лина, И. М. Мельниченко, Н. В. Максименко.

1999 – награжден медалью «За трудовые заслуги» Д. Г. Лин.

2003–2004 – творческие связи поддерживаются с научными организациями и вузами из Франции, Чехии, Швеции, Мексики, США, Финляндии, Польши, КНР, Италии, организациями из России и Украины.

Почти ежегодно защищались кандидатские диссертации.

В своем прощальном выступлении на заседании Совета университета 28 апреля 1989 года Б. В. Бокуть говорил об итогах развития университета. Борис Васильевич с гордостью констатировал, что результаты многолетней работы по созданию настоящего университета оказались впечатляющими. Если сравнивать успехи Гомельского университета с достигнутыми вузом к 1969 году, то за 20 лет в два раза выросло количество факультетов, кафедр, удвоилось количество студентов и преподавателей, в четыре раза увеличилось количество работающих в университете кандидатов и докторов наук. Университету был придан такой импульс, который определил его развитие на долгие годы, однако оно осложнилось с распадом СССР.

В связи с этим историческим событием было затруднено и развитие физического факультета, так как оказались разорванными многие связи с промышленными предприятиями, научными центрами и обострилась проблема трудоустройства молодых специалистов. Первыми, кому доверили возглавлять факультет в новых исторических условиях, были И. В. Семченко (1989–1997), С. В. Шалупаев (1997–2009). На уровне университета способствовать преодолению возникших проблем довелось А. Н. Сердюкову, который в 1990 году был назначен проректором по научной работе.

В начале XXI века на смену вышеназванным коллегам, занимавшим должность декана факультета пришли молодые и перспективные выпускники физического факультета С. А. Хахомов (2009–2010), Ю. В. Никитюк (2010–2014), Д. Л. Коваленко (2014–2023). С 2023 года деканом факультета физики и ИТ является А. Л. Самофалов. Все они являются выпускниками факультета физики и ИТ, прошли все этапы подготовки для административной работы, и поэтому «смена власти» на факультете происходила безболезненно. Каждый из деканов уделял много внимания не только образовательному процессу, но и развитию научных исследований в каждой из существующих у нас научных школ. Достаточно подробную информацию о них можно найти в [2, 11], в электронных источниках на сайте факультета и кафедр. В настоящей статье только кратко охарактеризуем научные школы и полученные в них результаты.

Научно-педагогическая школа «Оптика и акустика кристаллов, фотоника, квантовая электроника» сформировалась из числа сотрудников кафедры оптики и кафедры физической метрологии. Руководитель – член-корреспондент НАН Беларуси профессор А. Н. Сердюков. В рамках этого научного направления проводятся исследования в области строения вещества и его взаимодействия с электромагнитным излучением, а также в области лазерных технологий и взаимодействия лазерного излучения с веществом; создание новых лазеров, лазерных систем, технологий и оптико-электронных систем управления лазерным лучом; исследованием распространения и преобразования электромагнитных волн различного диапазона в искусственных средах, разработка и создание оптических и оптоэлектронных устройств и систем, оптическое материаловедение. Разрабатываются методика диагностики и неразрушающего контроля.

Теоретические исследования развивались по нескольким направлениям: «Электродинамика и оптика гиротропных и нелинейных сред» (научный руководитель А. Н. Сердюков), «Оптика, магнитооптика и физика кристаллов» (научный руководитель С. С. Гиргель), «Акустооптика кристаллов» (научный руководитель Г. С. Митюрин), «Акустические волны в средах с искусственной анизотропией» (научные руководители И. В. Семченко, С. А. Хахомов). По тематике, соответствующей этим направлениям, защищено десять докторских и более 25 кандидатских диссертаций. Примечательно: научными руководителями аспирантов и соискателей чаще всего были те, чьими стараниями создавалась кафедра оптики, и их ученики: Б. В. Бокуть (подготовил 10 кандидатов наук), А. Н. Сердюков (15 кандидатов и 5 докторов наук, из них один академик и член-корреспондент НАН Беларуси), Г. С. Митюрин (5 кандидатов наук), И. В. Семченко (6 кандидатов и один доктор наук), С. С. Гиргель (1 кандидат наук).

В рамках этого же научного направления выполнялись исследования по спектроскопии и люминесценции, по оптической метрологии. В 1974–1996 году этими работами руководил кандидат физ.-мат. наук Н. И. Алешкевич. Сменил его на этом посту доктор физ.-мат. наук профессор В. В. Сытько (1996–2006). Проблемы спектроскопии и метрологии были предметом исследования кандидата физ.-мат. наук Н. П. Казакова, который был первым сотрудником университета, лицензия на использование чьего патента на изобретение была продана предприятию «Лида-Оптик». Кроме спектроскопических исследований молекул, изучением закономерностей фотохимического осаждения тонких пленок занималась кандидат физ.-мат. наук В. Г. Шолох. Проблемы фотохимии исследовал аспирант, а теперь кандидат физ.-мат. наук доцент А. Н. Купо.

В настоящее время в университете руководителем бюро по метрологии, стандартизации и сертификации является кандидат физ.-мат. наук доцент Н. А. Алешкевич.

Школа оптиков сотрудничает с Институтом физики имени Б. И. Степанова НАН Беларуси, Институтом механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси, МГУ имени М. В. Ломоносова, Институтом фундаментальных проблем техники Польской академии наук, до введения санкций – с Украинским национальным университетом имени Т. Шевченко, Хельсинкским техническим университетом, Университетом г. Брауншвейга (Германия), Ягеллонским университетом (г. Краков, Польша), Аалто университетом (Финляндия), научными учреждениями Японии и Финляндии. Кафедра оптики является организатором серии международных научных семинаров «Bianisotropics» по различным проблемам электродинамики, оптики и акустики гиротропных сред, лазерной физики и нелинейной оптики. До 1993 года председателем этих научных собраний являлся академик АН БССР Заслуженный деятель науки Герой Социалистического Труда Ф. И. Федоров. На факультете физики и ИТ проводятся международные научные конференции «Проблемы взаимодействия света с веществом» и Inter-Academia. Как правило, они приурочены к юбилейным датам ученых, с которыми связано становление и развитие оптического научного направления на факультете. К 110-летию со дня рождения академика Ф. И. Федорова была организована конференция Inter-Academia – 2021. К 75-, 80-, 85-, 90-, 95-летию со дня рождения академика Б. В. Бокутя были приурочены I–V международные конференции «Проблемы взаимодействия света с веществом» (соответственно в 2001, 2006, 2011, 2016, 2021 году). VI конференция «Проблемы взаимодействия света с веществом», посвященная этому ученому, состоялась в 2024 году. В 2014 году состоялся научный семинар по оптике и теоретической физике, посвященный 70-летию члена-корреспондента НАН Беларуси А. Н. Сердюкова.

Ежегодно на факультете проводится республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов «Актуальные вопросы физики и техники». XII конференция этой серии была посвящена 80-летию профессора Н. В. Максименко (2023), XIII – 80-летию члена-корреспондента НАН Беларуси профессора А. Н. Сердюкова и профессора С. С. Гиргеля (2024). В 2025 году XIV Республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов «Актуальные вопросы физики и техники» была посвящена 95-летию Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины.

А. Н. Сердюков, являясь ярким представителем научной школы академика Ф. И. Федорова, в течение многих лет возглавляет научно-исследовательскую работу по оптике (как теоретической, так и экспериментальной) в ГГУ имени Ф. Скорины. В списке опубликованных им научных работ более 250 наименований, в том числе монографии “Electromagnetics of Bi-anisotropic Materials: Theory and Applications” (в международном научном издательстве “Gordon and Breach Publishers” в соавторстве с И. В. Семченко, С. А. Третьяковым, А. Х. Сихвола; 2001), “Laser cleaving of brittle non-metallic materials” в соавторстве с Ю. В. Никитюком, А. А. Середой; 2025), учебное пособие «Основы теоретической оптики» (в соавторстве с Б. В. Бокутем; 1977), изданное в ГГУ, 13 патентов и свидетельств об изобретениях.

К научной школе оптиков относятся также 15 кандидатов и 5 докторов наук, подготовивших диссертации под руководством А. Н. Сердюкова. Среди его учеников – академик В. Н. Белый и член-корреспондент НАН Беларуси И. В. Семченко.

В научном мире А. Н. Сердюков известен не только как ученый-оптик, но и как автор альтернативной теории скалярного гравитационного поля, описанной им в единолично подготовленной монографии «Теория скалярного гравитационного поля» (2005, ГГУ) и получившей развитие в других его работах. В настоящее время на основе скалярной теории массивного гравитационного поля профессор А. Н. Сердюков разрабатывает циклическую модель однородной Вселенной, альтернативную космологии Большого взрыва.

А. Н. Сердюков награжден медалью «За трудовые заслуги» (2020), медалью «90 лет НАН Беларуси» (2018), знаком «Отличник образования» Министерства образования Беларуси (2004), Почетными грамотами Министерства образования и ВАК Беларуси. В 2007 году он удостоен звания лауреата Премии Национальной академии наук имени академика Ф. И. Федорова.

Научно-педагогическая школа «Физика фундаментальных взаимодействий, ядерных реакций, квантовых систем» развивалась под руководством доктора физ.-мат. наук профессора Н. В. Максименко (теперь ею руководит доктор физ.-мат. наук профессор В. В. Андреев). В рамках этого направления проводятся исследования характеристик адронов в релятивистских кварковых моделях и разрабатываются новые эффективные методы вычислений наблюдаемых величин в процессах взаимодействия элементарных частиц.

Результаты моделирования фундаментальных электрослабых характеристик составных квантовых систем, полученные представителями этой школы, применяются международными коллаборациями для планирования экспериментов и объяснения их результатов.

При активной поддержке ОИЯИ (Дубна, Россия) учеными школы проводятся научные исследования по физике элементарных частиц, атомных ядер и фундаментальных взаимодействий. Тематика этого направления ежегодно включается в Координационный план НИР, выполняемых в ОИЯИ с участием организаций и учреждений Республики Беларусь. Ученые школы поддерживают тесные связи с НИИ ядерной физики МГУ имени М. В. Ломоносова, Институтом высоких энергий (г. Серпухов, Россия), до введения санкций – с Национальным научным центром «Харьковский физико-технический институт» (Украина), Институтом теоретической физики (г. Триест, Италия), Стокгольмским университетом (Швеция). Члены школы входили в состав международных коллабораций по экспериментальной физике высоких энергий, созданных при Европейской лаборатории по физике частиц (ЦЕРН, г. Женева) и постоянно участвовали в совместных исследованиях.

Научные интересы кандидата физ.-мат. наук доцента В. Н. Капшай охватывают релятивистскую квантовую механику двухчастичных систем, процессы генерации второй гармоники в диэлектрических микроструктурах и взаимодействие электромагнитных волн с биизотропными средами. Для его работ характерно сочетание аналитических, численных и приближённых методов при описании сложных физических процессов в нелинейных и квантовых системах. Особое внимание уделяет точным решениям уравнений и моделированию распределения энергии в сложных структурах.

В. Н. Капшай подготовил 10 кандидатов физико-математических наук. Руководит работой аспирантов и магистрантов. Многим из его научных учеников назначалась стипендия Президента Республики Беларусь, выделялись гранты для проведения научных исследований. Много внимания В. Н. Капшай уделяет приобщению к серьезной науке учащихся Гомельской области в ходе регулярных (до 2024 года) занятий. Среди его учащихся более 25 победителей Международных олимпиад по физике. К участию в олимпиадном движении талантливый педагог привлек большинство своих учеников-

аспирантов. В. Н. Капшай награжден медалью «За трудовые заслуги», пятикратно ему вручено Свидетельство специального фонда Президента Республики Беларусь за особый вклад в развитие способностей и талантов учащихся и студентов.

Под руководством В. Н. Капшая подготовил диссертацию к защите и Г. Ю. Тюменков, который в настоящее время заведует кафедрой теоретической физики. Кроме теоретической физики, Г. Ю. Тюменкова увлечен астрофизикой. По проблемам астрономии и астрофизики он активно работает с учащимися средних школ и Гомельского городского лицея № 1. Среди его учеников есть победители Международной и республиканских олимпиад по астрономии.

Научно-педагогическую школу «Физические и химические методы и технологии получения новых материалов; наноматериалы и нанотехнологии» возглавляет А. В. Рогачёв – член-корреспондент НАН Беларуси (2009), доктор химических наук, профессор; Заслуженный деятель науки Республики Беларусь (2003). А. В. Рогачев – автор более 600 научных работ, в их числе. 5 монографий, учебное пособие, более 60 изобретений. Подготовил 3 докторов и 15 кандидатов наук.

С февраля 2004 по июне 2016 года А. В. Рогачёв был ректором университета. В настоящее время он – директор Научно-исследовательского физико-химического института учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», руководитель Белорусской научной лаборатории электромагнитных метаматериалов и технологии многофункциональных плазменных покрытий на базе ГГУ имени Ф. Скорины и Пекинского политехнического института, а также Научно-технического центра ГГУ имени Ф. Скорины в экономическом районе Haizhou г. Ляньюньган, Почетный директор филиала ГГУ имени Скорины «Гомельский институт» на базе Шанхайского профессионального института индустрии, коммерции и иностранных языков (2019). А. В. Рогачев – Почётный профессор Нанкинского университета науки и технологии и Тайюаньского технологического университета (КНР, 2014). Почетный профессор ГГУ имени Ф. Скорины (2015). Награждён знаком «Отличник образования» (2009), орденом Почета (2009), удостоен Премии «Дружба Цзиньлин», учреждённой муниципальным народным правительством Нанкина (КНР, 2020), памятной медалью Российской Академии естественных наук «Автору научного открытия», посвящённой лауреату Нобелевской Премии П. Л. Капице (2002). В 2025 году Рогачев А.В. отмечен Благодарностью Президента Республики Беларусь за многолетнюю плодотворную научную деятельность, значительный личный вклад в развитие белорусско-китайского сотрудничества.

В рамках направления «Физические и химические методы и технологии получения новых материалов; наноматериалы и нанотехнологии» осуществляется разработка научных основ, создание и комплексное исследование новых материалов на основе золь-гель технологий и разработка технологий создания и обработки новых материалов со специальными свойствами для машиностроения, радиоэлектроники и других отраслей, изучаются теоретические основы управления прочностными, адгезионными и антифрикционными свойствами композиционных материалов и разрабатываются практические рекомендации по регулированию адгезионной прочности соединений различных материалов и уменьшению износа трущихся поверхностей. Еще одно приоритетное направление исследований в этой научной школе – физическая химия композиционных, многослойных тонкопленочных систем на основе полимерных и неорганических материалов и разработка вакуумных плазмохимических методов нанесения композиционных покрытий и поверхностной обработки материалов. Школа тесно сотрудничает с Институтом механики металло-полимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси, Институтом химии новых материалов НАН Беларуси, Институтом химии высокомолекулярных соединений НАН Украины, Институтом физики полупроводников имени В. Е. Лашкарева НАН Украины (до введения санкций и начала российско-украинской специальной

военной операции), Государственным учебно-научным учреждением Химический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Московским государственным институтом радиотехники, электроники и автоматики (технический университет), ООО «Экстрокон» (г. Москва), Нанкинским университетом науки и технологий (КНР) и другими.

На базе факультета физики и ИТ созданы Международный физико-химический научно-исследовательский институт (с 2016, содиректор А. В. Рогачев), лаборатории «Физико-химия и технологии микро- и наноразмерных систем», «Физика и химия полимеров», «Масс-спектрометрический анализ» – как структурные составляющие центра коллективного пользования.

Успешно работает международная Белорусско-Китайская научная лаборатория по вакуумно-плазменным технологиям и Польско-Белорусская научная лаборатория золь-гель материалов и технологий (до 2023 г.). В 2020 году совместно с Пекинским технологическим институтом создана международная Белорусско-Китайская лаборатория электромагнитных метаматериалов и технологии многофункциональных плазменных покрытий.

Проблемная научно-исследовательская лаборатория (ПНИЛ) создана 1 октября 1980 года на основании распоряжения Совета Министров республики от 22 июля 1980 года № 591 и приказа Минвуза от 22 августа 1980 года № 495 в целях широкого привлечения профессорско-преподавательского состава, докторантов, аспирантов и студентов университета к исследованиям по актуальным научным направлениям. За время существования ПНИЛ тематика выполняемых в ней исследований изменилась. В 1980–1988 году, когда лабораторией руководили Б. В. Бокуть и В. А. Балакин, был разработан ряд экспериментальных приборов для исследования свойств покрытий материалов, диагностики и активного контроля различных машин, технологических процессов. С 1988 года коллектив ПНИЛ перспективных материалов (ПМ) под руководством И. М. Мельниченко (с 2001 года – лабораторией руководит В. Е. Гайшун) работает в новом научном направлении, создавая новые материалы на базе золь-гель технологии. В ПНИЛ ПМ накоплен значительный опыт в области высоких технологий получения новых материалов и изделий на базе золь-гель технологий: покрытия, стабилизированных силиказолей, кварцевых стекол, керамики, композитов, тепло- и шумоизоляционных материалов, абразивного инструмента. Разработки научных сотрудников ПНИЛ ПМ многократно отмечены дипломами, золотыми и серебряными медалями международных выставок, организованных как в Республике Беларусь, так и в других государствах, и внедрены в производство на десятках предприятий Беларуси и Российской Федерации.

Сотрудниками ПНИЛ защищены 5 докторских и 9 кандидатских диссертаций, получено более 80 свидетельств на изобретения, патенты и промышленные образцы.

Кафедра АСОИ создана на физическом факультете в 1988 году на основе кафедры технических средств обработки экономической информации экономического факультета. Первым заведующим кафедрой был избран доцент Иванюк А. И. В 1993–2007 организацией образовательного процесса и подготовкой специалистов по профилю кафедры занимался кандидат (с 2004 – доктор) технических наук, доцент О. М. Демиденко. В 2007 году в связи с его назначением на должность проректора по научной работе кафедру возглавил кандидат техн. наук доцент А. В. Воружев. В 2023 году О. М. Демиденко – профессор кафедры АСОИ. О. М. Демиденко автор более 150 опубликованных работ, в том числе 6 монографий, 6 учебных пособий с грифом Министерства образования Республики Беларусь. Под его научным руководством защищено 6 кандидатских диссертаций.

Самым проблемным в тот период было положение с материальной оснащённостью учебных научных лабораторий. Поэтому, прежде всего, Олег Михайлович, подключив научно-производственные контакты, обеспечил создание основ для вычислительного центра кафедры АСОИ.

В 1996 году в рамках международной программы TEMPUS/TASIS сотрудники кафедры приняли самое активное участие в создании локальной вычислительной сети ГГУ имени Ф. Скорины. Отдельный сегмент сети связал вычислительную технику кафедры АСОИ. В 1997 году открылась лаборатория «Диагностика неисправностей сложных систем». В 1999 году началась подготовка специалистов по двум специализациям: «Автоматизированные системы управления в радиоэлектронной промышленности» и «Автоматизированные системы обработки и отображения информации». В 2003 году благодаря помощи регионального лидера в области информационных технологий «ІВА–Гомель» был открыт второй вычислительный центр. В настоящее время два вычислительных центра объединяют несколько десятков современных компьютеров, подключенных к оптоволоконной компьютерной сети университета (с выходом в глобальные компьютерные сети), и различное коммуникационное и периферийное оборудование.

На кафедре АСОИ большое внимание уделяется научным исследованиям по государственному и хозяйственному научным темам. Только за последние 10 лет опубликовано более 300 научных и учебно-методических работ, в том числе 4 монографии и 7 учебно-методических пособий с грифом Министерства образования Республики Беларусь. О. М. Демиденко защитил докторскую диссертацию по актуальному направлению – компьютерная вычислительного процесса в локальных вычислительных сетях. Шесть аспирантов под руководством Олега Михайловича защитили кандидатские диссертации.

Преподаватели кафедры АСОИ проходили стажировки в Германии, Франции, Англии, Испании, США, принимали участие в выполнении работ в рамках программы Европейского сообщества TEMPUS/TASIS по совершенствованию управления в высшем учебном заведении, в создании и совершенствовании компьютерного центра и веб-сайта в деревне Иговка Добрушского района совместно со Швейцарским управлением по развитию и сотрудничеству. Более половины преподавательского состава кафедры имеют промышленные сертификаты, полученные по различным программам Парка высоких технологий Республики Беларусь.

В настоящее время студенты кафедры обучаются по специальности «Системы управления информацией» (специализация – «Автоматизированные системы обработки информации»).

Ежегодно сотрудники факультета физики и ИТ участвуют в выполнении более 60 НИР. Основная часть исследований выполняется по государственную тематику, финансируемой Министерством образования Беларуси – по заданиям Государственных программ научных исследований (ГПНИ), грантам для докторантов, аспирантов и студентов. Активно участвуют сотрудники факультета в выполнении исследований по тематике, финансируемой Белорусским республиканским фондом исследований (БРФИ), а также в выполнении хозяйственных договоров с предприятиями.

Многие сотрудники факультета признаны победителями научных чтений ГГУ имени Ф. Скорины (таблица 2).

С 1995 года на факультете работает совет по защите диссертаций (председатель – А. Н. Сердюков, ученый секретарь А. Н. Годлевская (в 1995–2021), Самофалов А. Л. (в 2021 – 2024) с правом защиты кандидатских диссертаций. В совете защищено 37 диссертаций. С 2024 года совету дано право организовывать защиту докторских и кандидатских диссертаций по оптике и теоретической физике на соискание ученой степени по физико-математическим наукам (ученый секретарь Ю. А. Гришечкин).

В коллективе факультета физики и ИТ четверо сотрудников, удостоенных почетного звания «Заслуженный работник ГГУ имени Ф. Скорины»: Н. П. Сахно (2013, в год присвоения возглавлял ИВЦ), Т. П. Желонкина (2014), А. Н. Годлевская (2015), Л. М. Орлова (2020). Шестерым докторам наук присвоено почетное звание «Заслуженный профессор ГГУ имени Ф. Скорины»: Д. Г. Лину (2011), А. В. Рогачеву (2015), А. Н. Сердюкову (2014), И. В. Семченко (2017), О. М. Демиденко (2017), Н. В. Максименко (2017).

Таблица 2 – Преподаватели и сотрудники факультета – лауреаты Скорининских (до 1989 года – Ленинских) научных чтений

Год	Ф. И. О.	Год	Ф. И. О.	Год	Ф. И. О.
1979, 2005	А. Н. Сердюков	1990	Б. В. Бокуть, В. Н. Капшай, Г. С. Митюрич	2007	В. Д. Левчук
1980	В. А. Балакин	1991	Д. Г. Лин	2010	В. Е. Гайшун, Д. Л. Коваленко
1981	В. П. Ставров	1993	И. Н. Ахраменко, В. А. Пенязь, В. Ф. Шолох	2012	М. А. Ярмоленко, Д. Л. Горбачев
1982	С. С. Гиргель	1994	Н. Н. Федосенко	2013	В. Н. Мышковец, А. В. Максименко, Г. А. Баевич
1983	А. Т. Малащенко	1995	С. Н. Курилкина	2014	А. В. Семченко, В. В. Сидский, Я. А. Косенок
1984	Н. И. Алешкевич	1996	В. П. Зеленый	2016	А. С. Руденков, Д. Г. Пилипцов
1985	В. Г. Пинчук А. М. Дворник	1997	В. В. Андреев	2020	А. Л. Самофалов
1986	В. В. Сытько	2000	С. А. Хахомов	2021	В. А. Гольдаде, С. В. Зотов, А. А. Шамына, А. И. Толкачев
1987	В. Н. Мышковец	2003	О. М. Демиденко	2022	Ю. В. Никитюк, В. А. Прохоренко
1988	А. Н. Годлевская, И. В. Семченко	2004	О. М. Дерюжкова	2023	И. А. Фаняев
1989	М. П. Купреев, Н. В. Максименко, С. Г. Шульга	2005	А. В. Рогачев, А. В. Семченко		

Государственными наградами отмечены восемь членов коллектива. Медалью «XX лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» награжден доктор физ.-мат. наук профессор С. С. Гиргель. Медалью «За трудовые заслуги» награждены О. М. Демиденко, В. Н. Капшай, Д. Г. Лин, В. Н. Мышковец, И. В. Семченко, А. Н. Сердюков. Почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь» присвоено О. М. Демиденко.

Значительно больше информации о факультете физики и ИТ можно прочитать в цитированных выше изданиях, а также в [12–19].

Факультет физики и информационных технологий – живой организм, который постоянно развивается, видоизменяется, и коллектив его стремится соответствовать запросам промышленности, системы образования и науки, социальной структуры государства, а также помогать в подготовке специалистов с высшим образованием другим странам, с которыми налажено научно-техническое сотрудничество.

В 2017 году физический факультета был переименован в «факультет физики и информационных технологий». В настоящее время на факультете осуществляется подготовка специалистов по семи востребованным специальностям, перечисленным в таблице 3. В текущем учебном году на факультете физики и ИТ с дневной формой подготовки обучается 650 студентов, с заочной – 150. В числе студентов факультета

226 иностранцев. Подготовка специалистов из числа иностранных граждан осуществляется на факультете с 2014 года. Среди наших студентов граждане пяти стран – России, Туркменистана, Китая, Ирака, Конго. По окончании обучения они, как правило, подтверждают свои дипломы в родной стране и успешно работают по приобретенной специальности.

Таблица 3 – Специальности и специализации на факультете физики и информационных технологий

Специальность	Специализация
Кибербезопасность	Безопасность компьютерных технологий и систем
Системы управления информацией	Автоматизированные системы обработки информации
Компьютерная инженерия	Программируемые мобильные системы
Компьютерная физика	Компьютерное моделирование физических процессов
Прикладная физика	Физическая электроника
Электронные системы и технологии	Электронные системы безопасности
Физика	Лазерная физика и физическая метрология

Хотелось бы, чтобы наши выпускники всегда были высокопрофессиональными специалистами и успешными людьми, и те из них, которые станут коллегами и преемниками своих преподавателей, сохранили и приумножили традиции факультета, и чтобы их помнили и гордились ими их будущие студенты – как делают это те, кто в настоящее время работает или учится на факультете, ежегодно занимающем высшие строчки в рейтинге подразделений нашего вуза.

Литература

1. Старовойтов, М. И. Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины : Исторический очерк / М.И. Старовойтов, А. И. Зеленкова, М. П. Савинская; М-во образования Республики Беларусь. – Гомель : УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2005. – 359 с.
2. «...В мудрости и в науке...» : Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины : к 90-летию университета / С. А. Черепко [и др.] ; редкол. : С. А. Хахомов (гл. ред.) [и др.] ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – 298 с.
3. Жаравин, В. С. Гомельский педагогический институт в Кировской области в годы Великой Отечественной войны / В. С. Жаравин. – Вятские записки : науч.-попул. Альм. / Правительство Кировской области, Министерство культуры Кировской области ; Кировская ордена Почёта государственная областная научная библиотека им. А. И. Герцена ; редкол.: Н. В. Стрельникова [и др.]. – Киров : КОГБУК «КОУНБ им. А. И. Герцена», 2023. – Вып. 44. – С. 94–99.
4. Зеленкова А. И. Малоизвестные страницы истории Гомельского государственного педагогического института / А. И. Зеленкова, М. П. Савинская. – Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2010. – № 6 (63). – [Электронный ресурс] – <https://newspaper.gomelhistory.by/2010-e/2010/maloizvestnye-stranicy-istorii-gomelskogo-gosudarstvennogo-pedagogicheskogo-instituta/>. – Дата обращения : 15.04.2025.

5. Кузей, М. С. Уроки физики в 6–7 классах / М. С. Кузей. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск : Нар. асвета, 1976. – 334 с.
6. Кузей, М.С. Уроки физики в 7 классе / М. С. Кузей. – Минск : Народная асвета, 1972. – 160 с.
7. Кузей, М. С. Уроки физики в 8 классе / М. С. Кузей. – Минск : Народная асвета, 1972. – 224 с.
8. Вольштейн, С. Л. Уроки физики в 9 классе : метод. пособие / С. Л. Вольштейн, А. М. Качинский, М. М. Круглей, М. С. Кузей. – Минск : Нар. асвета, 1977. – 248 с.
9. Цурганов, А. М. Лабораторный практикум по технологии металлов и других материалов: учебное пособие для студентов индустриально-педагогических факультетов педагогических институтов / А. М. Цурганов ; науч. ред. А. М. Дмитриевич. – Минск : Высшая школа, 1966. – 149 с.
10. Лин, Д. Г. Развитие научно-исследовательской работы в университете / Д. Г. Лин, М. И. Старовойтов, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины : Исторический очерк / М. И. Старовойтов, А. И. Зеленкова, М. П. Савинская; М-во образования Республики Беларусь. – Гомель : УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2005. – С. 307–344.
11. Гомельщина Научная / сост. Ю. М. Плескачевский. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 239 с.
12. Зеленкова, А. И. Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины (1930–2015 годы) / А. И. Зеленкова, Н. Н. Мезга, М. П. Савинская ; редкол. : А. В. Рогачев (гл. ред.) [и др.] ; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 266 с.
13. Университет профессорский / Составители Д. Д. Павловец (отв. ред. и авт. вст. ст.), Е. Н. Воинова, Л. П. Кузьмич, В. М. Лебедева, Е. Н. Полуян. – Гомель : УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2005. – 384 с.
14. Зеленкова, А. И. Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины (1930–2015 годы) / А. И. Зеленкова, Н. Н. Мезга, М. П. Савинская; редкол. : А. В. Рогачев (гл. ред.) [и др.] ; М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – 266 с.
15. Бокуть Борис Васильевич : биобиблиографический справочник / сост. : А. Н. Годлевская, А. А. Шамына ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – 147 с.
16. Рогачёв Александр Владимирович: к 50-летию научно-педагогической деятельности (1970–2020) : биобиблиографический справочник / сост. К. С. Усович, А. Н. Годлевская, Е. А. Кулеш ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – 278 с.
17. Хахомов Сергей Анатольевич : к 30-летию научно-педагогической деятельности (1990–2020) : биобиблиографический справочник / сост. : К. С. Усович ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – 220 с.
18. Белый Владимир Алексеевич : биобиблиографический справочник / сост. : О. М. Дерюжкова, А. А. Шамына ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – 171 с.
19. Кафедра оптики : история, коллеги, воспоминания выпускников : к 50-летию кафедры оптики учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» (1974–2024) / сост. А. Н. Годлевская ; Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – 364 с.

Секция 1 «Новые материалы и технологии»

Председатели:

Руденков Александр Сергеевич, канд. техн. наук, доцент,
Гайшун Владимир Евгеньевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

CAI MAODONG

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **В. П. Кудин**, д-р техн. наук, профессор

РЕШЕНИЯ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ АНТЕНН

Чтобы преодолеть ограничения антенн на развитие всей системы связи транспортного средства и дать антеннам возможность адаптироваться к требованиям многофункциональной системы и сложным и изменяющимся сценариям применения, используются реконфигурируемые антенны [1]. Реконфигурируемые антенны относятся к изменению характеристик излучения антенн электронными, механическими и другими способами без изменения существующей структуры антенны [2–4]. Таким образом, одна антенна может использоваться для достижения функций нескольких антенн, и их взаимное влияние сводится к минимуму, и ее можно автоматически настраивать в соответствии с различными случаями и рабочими требованиями. По реконфигурируемым параметрам реконфигурируемые антенны можно разделить на реконфигурируемые по частоте [5–9], реконфигурируемые по поляризации [10–13], реконфигурируемые по диаграмме направленности [14–17] и многопараметрические составные реконфигурируемые антенны [18–21].

Из опубликованной литературы следует, что управляемые зазоры, управляемые структуры короткого замыкания и изменение длины или площади антенны являются основными методами реализации антенн с реконфигурируемой частотой [22–24]. С точки зрения методов реализации, в основном это загрузка радиочастотных переключателей (для достижения дискретной регулировки частоты), загрузка варакторных диодов (непрерывная регулировка частоты), регулировка механической структуры антенны и регулировка свойств материала антенны. Если количество используемых диодов невелико, то влияние диодов и их цепей смещения на характеристики излучения антенны можно игнорировать. Однако диапазон регулировки частоты антенны весьма ограничен. Чтобы получить больший диапазон регулировки, необходимо ввести больше диодов, что неизбежно увеличивает сложность цепи смещения, что приведет к существенному ухудшению характеристик антенны [25–28]. В последние годы появление искусственных электромагнитных метаматериалов/метаповерхностей и графеновых материалов предоставило людям большую свободу в манипулировании электромагнитными волнами. Благодаря конструкции они могут обладать электромагнитными свойствами, которых нет у естественных материалов в природе, и могут модулировать амплитуду и фазу электромагнитных волн [29–32]. Антенны с реконфигурируемой поляризацией в основном изменяют распределение тока излучателя антенны, управляя включением и выключением переключателей, таких как загруженные PIN-диоды и MEMS, так что антенна работает в разных состояниях поляризации [33–36]. С точки зрения места реализации, есть две основные категории, одна из которых заключается в прямой реконструкции излучающего блока антенны, а другая – в реконструкции части питающей сети.

Многопараметрические композитные реконфигурируемые антенны должны реконфигурировать две или более рабочих частоты антенны, характеристики поляризации, диаграмму направленности и другие параметры. Из литературы, опубликованной на данный момент, следует, что технология многопараметрических композитных реконфигурируемых антенн быстро развивается, но основные проблемы все еще существуют: во-первых, рабочая полоса пропускания (полоса импеданса, полоса усиления, полоса пропускания отношения осей круговой поляризации) большинства реконфигурируемых антенн с поляризационной диаграммой направленности ограничена, что не может удовлетворить растущие потребности современных систем связи на транспортных средствах; во-вторых, диапазон пространственных углов покрытия луча реконфигурируемой антенны очень ограничен. Для реконфигурируемых антенн с дискретным лучом реконфигурируемое состояние луча очень ограничено, а для регулируемых антенн с непрерывным лучом угол сканирования луча по-прежнему узкий; в-третьих, из-за ограничений существующих решений реконфигурируемых технологий большинство реконфигурируемых антенн, о которых сообщалось на данный момент, могут независимо восстанавливать только два параметра частоты, поляризации и диаграммы направленности, и существует мало решений, которые могут восстанавливать все три одновременно. Подводя итог, можно сказать, что в условиях быстрого роста объема беспроводных данных и растущей загруженности спектральных ресурсов исследования высокопроизводительных частотных, поляризационных и диаграммных композитных реконфигурируемых антенн имеют очень важное академическое значение и прикладную инженерную ценность.

Литература

1. Frequency-agile, polarization diverse microstrip antennas and frequency scanned arrays / D. H. Schaubert, F. G. Farrar, S. T. Hayes, and A. R. Sindoris, Google Patents, 1983.
2. Polarization Reconfigurable Magneto-Electric Dipole Antenna Array. / J. Hu [et al.] – New York : 2022 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting (AP-S/URSI), 2022, – pp. 1066-1067.
3. A Frequency-Reconfigurable Dielectric Resonator Antenna With a Water Layer. Z. Chen[et al.]-New York: IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2023, vol. 22, no. 6, – pp. 1456-1460.
4. Compact Pattern Reconfigurable Pixel Antenna With Diagonal Pixel Connections. L. Jing[et al.] – New York: IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2022, vol. 70, no. 10, – pp. 8951–8961.
5. Fluid-Controlled Frequency and Pattern Reconfigurable Antenna for the S-Band Applications. / M. A. Sufian[et al.]. – New York : 2024 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP), 2024, – pp. 1-2.
6. Design of Dual-band Frequency Reconfigurable Microstrip Antenna Array. / S.-P. Pan [et al.]. – New York : 2020 Cross Strait Radio Science & Wireless Technology Conference (CSRSWTC), 2020, – pp. 1–3.
7. A Dual-Band Frequency Reconfigurable Antenna Array Based on Reconfigurable Defected Ground Structure. / K. S. Ahmad [et al.]. – New York : 2020 IEEE International RF and Microwave Conference (RFM), 2020, – pp. 1–4.
8. A Frequency Reconfigurable Patch Antenna Based on Liquid Crystal. / Q. Du [et al.] – New York : 2022 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes for RF and THz Applications (IMWS-AMP), 2022, – pp. 1–3.
9. Ahmad, K. S. Frequency Reconfigurable Array Antenna with Modified Circular Slot. / K. S. Ahmad, M. Z. A. Abd. Aziz. – New York : 2022 IEEE International RF and Microwave Conference (RFM), 2022, – pp. 1–4.

10. Saikia.P. Frequency and Polarization Reconfigurable Slotted Microstrip Antenna. / P. Saikia[et al.]. – New York:2022 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON), 2022. – pp. 195–199.
11. A Compact Low-Profile Reconfigurable Metasurface Antenna With Polarization and Pattern Diversities. / W. Li[et al.]. – New York : IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2021, vol. 20, no. 7. – pp. 1170–1174.
12. Broadband Polarization Reconfigurable Antenna with Cross Dipole. / J. Hao[et al.].–New York : 2022 IEEE 5th International Conference on Electronics Technology (ICET), 2022. – pp. 728–732.
13. A Single-Port Polarization Reconfigurable Antenna Using a Stacked Structure with Broad Bandwidth. / H. Yang[et al.]. – New York:2022 International Applied Computational Electromagnetics Society Symposium (ACES-China),2022. – pp. 1–3.
14. Frequency and Pattern Reconfigurable Antenna Using Double Layer Petal Shaped Parasitic Structure. / J. -F. Li[et al.]. –New York : IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs,2024 vol. 71, no. 4. – pp. 1934–1938.
15. Reconfigurable Half-mode substrate-integrated cavity antenna arrays. / N. Nguyen-Trong, C. Fumeaux. – New York : 12th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2018), 2018. – pp. 1–4.
16. A Pattern Reconfigurable SIW Horn Antenna Realized by PIN Diode Switches. / Y. Chen[et al.]. – New York : 2021 Computing, Communications and IoT Applications (ComComAp), 2021. – pp. 112–115.
17. Design of pattern reconfigurable antenna array. / X. Meng[et al.]. – New York : 2022 IEEE 5th International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT), 2022. – pp. 488–490.
18. A Radiation Pattern-Reconfigurable Antenna with Water and Anisotropic Materials. / Y. -X. Wang[et al.]. – New York : 2021 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes for RF and THz Applications (IMWS-AMP), 2021. – pp. 145–147.
19. A Pattern Reconfigurable Antenna Applied for Automobile 5G Communication. / D. Geng[et al.]. – New York : 2021 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes for RF and THz Applications (IMWS-AMP), 2021. – pp. 263–265.
20. Pattern Reconfigurable Antenna Based on Graphene-Metal Composite Ring. / W. Xing[et al.]. – New York : 2023 IEEE 6th International Conference on Electronic Information and Communication Technology (ICEICT), 2023. – pp. 907–908.
21. Reconfigurable Magneto-Electric Dipole Antennas for Base Stations in Modern Wireless Communication Systems. / Lei Ge[et.al.]. – London : Wireless Communications and Mobile Computing, 2018. – pp.1–8.
22. Recent Developments and State of the Art in Flexible and Conformal Reconfigurable Antennas. /Mohamadzade. B[et.al.] – Basel: Electronics, 2020, pp.9.
23. Multi-band Frequency Reconfigurable Planar Bow-tie Antenna. / M. Mabrouki. A. Gharsallah. – New York : 2020 5th International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP), 2020. – pp. 1–6.
24. Impedance Regulation of Graphene-Loaded Branch for Frequency-Reconfigurable Antenna With Enhanced Radiation Efficiency. / J. Li[et al.]. – New York : IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 23, no. 3, 2024. – pp. 1065–1069.
25. A Frequency-Tunable Dual-Band Single-Layer Shorted Multi-Ring Microstrip Antenna Fed by an L-probe with Varactor Diodes. / T. Ikeda[et al.]. – New York : 2019 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, 2019. – pp. 905–906.

26. A Frequency-Reconfigurable Planar Slot Antenna Using S-PIN Diode. / X. Jin [et al.]. – New York : IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2022, vol. 21, no. 5, – pp. 1007–1011.
27. Dual-band Microstrip Patch Antenna with Frequency Tuning Capability Based on Varactor Diode. / D. A. Nurmantris[et al.]. – New York : 2024 International Conference on Integrated Circuits and Communication Systems (ICICACS), 2024. – pp. 1–5.
28. A Frequency switchable Multiband Microstrip Patch Antenna using Two P-I-N diodes for X/Ku Band Communication. / K. P. Gayathri[et al.]. –New York : 2024 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON), 2024, Hyderabad, India. – pp. 1–4.
29. A Quad-band Graphene Printed Antenna Loaded with Graphene Metasurface for Application in Terahertz Gap. /A. Chatterjee[et al.]. – New York : 2022 IEEE Microwaves, Antennas, and Propagation Conference (MAPCON), 2022. – pp. 1058–1062.
30. Wideband RCS Reduction of Antenna Using Graphene-Based Absorptive/Transmissive Metasurface. /Z. Wei[et al.]. – New York : 2022 IEEE 10th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP), 2022. – pp. 1–2.
31. Empirical Analysis of Unit Cell Structure Geometry on Radiation efficiency of Graphene Metasurface THz Antenna. / N. Sharma[et al.]. – New York : 2024 International Conference on Recent Innovation in Smart and Sustainable Technology (ICRISST), 2024. – pp. 1–5.
32. Metasurface-Integrated Graphene-Based Patch Antenna for Wideband THz Communication and Sensing. /N. H. N. Khan[et al.]. – New York : 2024 7th World Conference on Computing and Communication Technologies (WCCCT), 2024. – pp. 305–308.
33. A Miniaturized Tri-Polarization Reconfigurable Annular Ring Antenna Based on Slow-wave Transmission Line. / Y. Tan[et al.]. – New York : 2023 IEEE International Symposium On Antennas And Propagation (ISAP), 2023. – pp. 1–2.
34. Design of a Aperture-Coupled Pentad-Polarization Reconfigurable Microstrip Antenna. / N. Rahman[et al.]. – New York : 2022 25th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT), 2022. – pp. 148–152.
35. Polarization Reconfigurable Wideband Metasurface Antenna With Low Profile. / A. El Yousfi[et al.]. – New York : 2022 International Workshop on Antenna Technology (iWAT), 2022. – pp. 196–199.
36. A Low Profile Polarization Reconfigurable Antenna Based on Substrate Integrated Waveguide. / J. Zhou, F. Xu. – New York : 2022 International Conference on Microwave and Millimeter Wave Technology (ICMMT), 2022. – pp. 1–3.

Ю. В. Авсейкова

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВАТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПУБЛИЧНЫХ КАМЕР

В современном мире, где публичные камеры и социальные сети становятся все более распространенными, важно изучать возможные угрозы приватности и защиты личных данных. Исследование такого взаимодействия между публичными камерами и данными из социальных сетей актуально с точки зрения оценки рисков для личной жизни и разработки мер по защите конфиденциальности пользователей.

Данная работа направлена на анализ потенциальных угроз приватности, возникающих при объединении данных из публичных камер видеонаблюдения и социальных сетей. Основная гипотеза заключается в том, что несмотря на то, что информация из видеопотока и данные из социальных сетей по отдельности не представляют серьезной угрозы приватности, их совмещение может привести к возможности идентификации

людей, отслеживания их перемещений и получения дополнительной информации об их активности. Для подтверждения данной гипотезы был проведен эксперимент, включающий: сбор данных с публичной камеры; анализ видеопотока для выявления лиц; сбор фотографий из социальной сети Instagram, привязанных к данной локации; сопоставление лиц, найденных в видеопотоке, с лицами на фотографиях из Instagram и оценку уровня риска нарушения приватности при идентификации лиц.

Для проведения эксперимента использовались современные инструменты обработки изображений, машинного обучения и анализа данных. Библиотека Face Recognition [1], основанная на dlib, применялась для распознавания и идентификации лиц [2] благодаря высокой точности и удобному API. OpenCV [3] использовался для обработки видеопотока, работы с кадрами видео и визуализации результатов. Instagram API [4] применялся для поиска и загрузки публикаций, содержащих фотографии из целевой локации, а для взаимодействия с API использовалась библиотека instagrapi [5], обеспечивающая удобный доступ к данным социальной сети. Процесс анализа видео включал предварительную фильтрацию данных, обрезку незначимых областей видео, обработку изображений и поиск совпадений между лицами, извлеченными из видеопотока, и лицами на фотографиях из Instagram.

В результате эксперимента была выбрана публичная камера, снимающая популярную улицу перед пабом Temple Bar в Ирландии, на которой часто фотографируются люди. Далее, с портала EarthCam, было выгружено видео с этой публичной камеры за последние сутки, которое впоследствии было обрезано, чтобы отобразить наиболее активное время суток – с 11 утра до 6 вечера. В результате, продолжительность полученной записи составила 7 часов. С Instagram, по локации Temple Bar, были выгружены фотографии людей за ту же дату, когда была сделана запись с камеры. Затем в семичасовом видео производился поиск людей, чьи фотографии были выгружены. Найденные люди выделялись квадратом, и подписывались их никнеймы из Instagram.

Таким образом, на этой записи удалось распознать четыре профиля, чьи фотографии были найдены в социальной сети. Некоторые публикации не удалось сопоставить с видеопотоком, что может быть связано с задержкой публикации фотографий или их размещением в других социальных сетях. Видеопоток зафиксировал людей, которые делали фотографии, но их снимки не были найдены в Instagram, что свидетельствует о возможном наличии дополнительных источников данных, таких как Facebook или другие платформы.

Исследование подтвердило, что объединение информации из разных источников действительно позволяет идентифицировать людей и отслеживать их перемещения, что может представлять угрозу для приватности. Таким образом, результаты эксперимента демонстрируют важность осознания потенциальных рисков, связанных с цифровой приватностью, и необходимость разработки защитных мер для ограничения возможностей идентификации пользователей без их ведома.

В дальнейшем планируется усовершенствовать методологию исследования путем расширения набора используемых данных, повышения точности алгоритмов распознавания и учета дополнительных факторов, влияющих на идентификацию лиц. Одним из направлений развития является использование более совершенных нейросетевых моделей, способных лучше различать похожие лица, а также работающих с частично закрытыми или плохо освещенными изображениями. Это позволит повысить качество идентификации и минимизировать ошибки распознавания.

Литература

1. Face-recognition PyPI [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pypi.org/project/face-recognition/>. – Дата доступа: 19.02.2025.
2. TAdviser: Системы распознавания лиц (Facial recognition) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/> Статья: Системы_распознавания_лиц_(Facial_recognition). – Дата доступа: 19.02.2025.
3. OpenCV – Open Computer Vision Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opencv.org/>. – Дата доступа: 19.02.2025.
4. Overview - Instagram Platform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.facebook.com/docs/instagram-platform/overview>. – Дата доступа: 19.02.2025.
5. Instagrapi | The fastest and powerful Python library for Instagram [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://subzeroid.github.io/instagrapi/>. – Дата доступа: 19.02.2025.

В. Г. Баевич

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Г. А. Баевич**, ст. преподаватель

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ МЕТАЛЛА

Использование лазеров предполагается в тех технологических процессах, которые неосуществимы с помощью других источников энергии, или процессов, связанных с большими энергетическими и временными затратами. Это связано с тем, что использование лазерного излучения обладает рядом преимуществ в сравнении с другими способами: формирует существенно меньший объём ванны расплава и зоны термического влияния, позволяет получать высококачественные сварные соединения для большинства конструкционных материалов, обеспечивает высокую линейную скорость процесса обработки и др. [1–2].

Для описания процессов воздействия лазерного излучения применяются методы моделирования, основанные на решении дифференциальных уравнений теплопроводности в линейной постановке при линейных граничных условиях; при этом коэффициенты, характеризующие теплофизические свойства материала (теплопроводность, теплоёмкость, плотность, коэффициент теплопередачи и др.) считаются независимыми от температуры [3]. Аналитические решения нелинейных задач теплопроводности обычно используются для проведения инженерных расчётов, в которых не требуется получения результатов с высокой точностью.

Целью работы являлась разработка математической модели нагрева поверхности металлов импульсным лазерным излучением.

Основой модели являлось дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + Q(t) = \rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial t},$$

где (x, y, z, t) – пространственные и временная координаты;

$Q(t)$ – тепловой поток;

k, ρ, c – теплопроводность, плотность и теплоемкость материала.

В качестве смешанного граничного условия на поверхности обрабатываемой детали задано уравнение

$$-k \frac{\partial T}{\partial z} = Q(t) - \alpha(T - T_0) - \sigma \varepsilon (T^4 - T_0^4),$$

где k – удельная теплопроводность;

α – коэффициент конвекции;

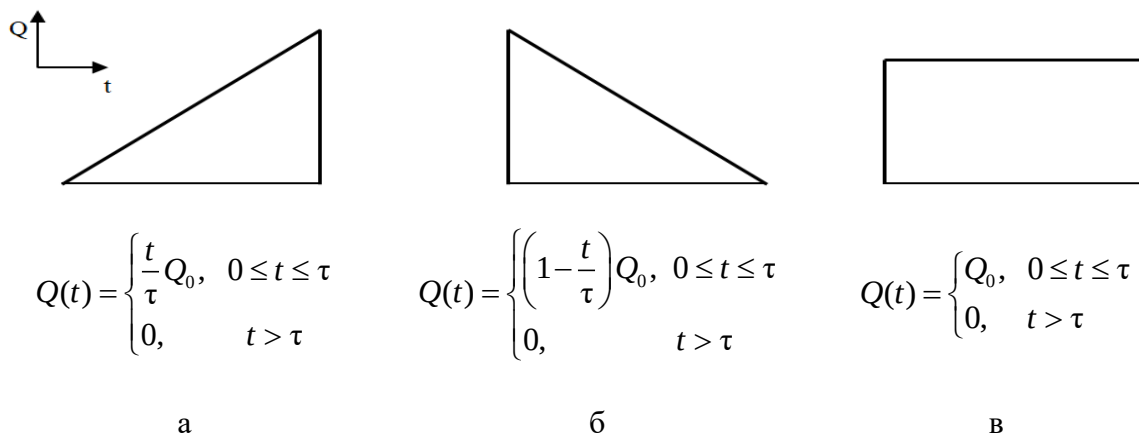
σ – постоянная Стефана-Больцмана;

ε – степень черноты;

T_0 – температура окружающей среды,

$Q(t)$ – тепловой поток.

Зависимость теплового потока от времени задавалась в виде импульсов треугольной и прямоугольной формы (рисунок 1).



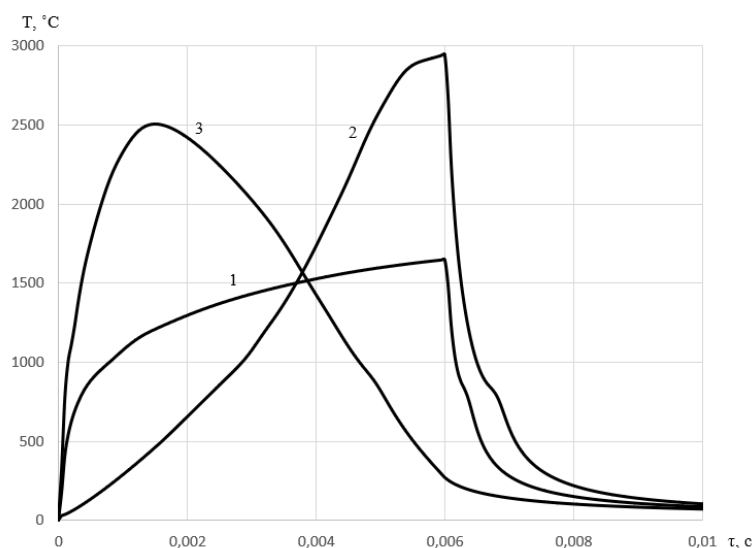
а – треугольный с линейно возрастающим передним фронтом; б – треугольный с линейно убывающим задним фронтом; в – прямоугольный, Q_0 – максимальный тепловой поток в импульсе, τ – длительность импульса

Рисунок 1 – Схематическое изображение тепловых импульсов

Расчеты проводились для импульсов с различными энергетическими ($0-12 \text{ Дж}$) и временными ($4-10 \cdot 10^{-3} \text{ с}$) характеристиками.

На рисунке 2 представлен сравнительный график зависимости температуры от времени на поверхности образца в зоне воздействия лазерного излучения при использовании импульсов прямоугольной и треугольной форм.

Установлено, что при использовании лазерных импульсов различной формы с одинаковыми энергетическими и временными параметрами наблюдаются существенные различия в распределении температур в зоне воздействия лазерного излучения. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что выбор формы импульса лазерного излучения является важным этапом для проведения и оптимизации процессов термообработки.



1 – прямоугольный импульс; 2 – импульс треугольной формы с линейно возрастающим передним фронтом; 3 – импульс треугольной формы с линейно убывающим задним фронтом

Рисунок 2 – Зависимость температуры от времени на поверхности образца при использовании лазерных импульсов энергией $E = 4,5$ Дж и длительностью $\tau = 6 \cdot 10^{-3}$ с

Литература

1. Вейко, В. П. О нагреве материалов излучением ОКГ / В. П. Вейко, Я. А. Имас, М. Н. Либенсон // Физика и химия обработки материалов. – 1967. – № 1. – С. 27–32.
2. Коваленко, В. С. Упрочнение и легирование деталей машин лучом лазера / В. С. Коваленко, Л. Ф. Головкин, В. С. Черненко. – Киев : Техника, 1990. – 192 с.
3. Моделирование теплофизических процессов импульсного лазерного воздействия на металлы / А. А. Углов, И. Ю. Смуров, А. М. Лашин, А. Г. Гуськов. – М. : Наука, 1991. – 288 с.

П. А. Балаба

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **К. С. Бабич**, ст. преподаватель

ОТ ДЕКСТОПА ДО СМАРТФОНА: ПРИНЦИПЫ АДАПТАЦИИ САЙТОВ ПОД РАЗНЫЕ УСТРОЙСТВА

1. Введение

Веб-пространство сегодня — это не только экраны ноутбуков и десктопов, но и смартфоны, планшеты, телевизоры, часы. Пользователь ожидает, что сайт будет выглядеть и работать одинаково удобно на любом из этих устройств. Чтобы это стало возможным, веб-разработчики используют **адаптивную вёрстку** — набор приёмов, который позволяет подстраивать внешний вид сайта под экран пользователя [3].

2. Неудачный пример вёрстки

Яркий пример неудачного дизайна — сайт <https://arngren.net>. На нём отсутствует структура, элементы размещены хаотично, используются устаревшие таблицы, нет адаптивности. На мобильных устройствах контент сжимается в узкую колонку, шрифт

трудно читаем, изображения перекрываются, часть кнопок не работает. Навигация сложная, пользователь с большой вероятностью покинет сайт в первые секунды.

Такая вёрстка снижает позиции в поиске: Google учитывает адаптацию как важный фактор ранжирования. Кроме того, использование устаревших технологий усложняет поддержку и внедрение новых функций. Плохой дизайн негативно сказывается на репутации бизнеса и может отпугнуть клиентов. Для интернет-магазинов это значит потерю прибыли.

Адаптивная и современная вёрстка — необходимость в 2025 году. Даже устаревший сайт можно переделать, применяя современные методы.

3. Примеры реализации успешной вёрстки

Медиазапросы — один из самых базовых и в то же время мощных инструментов адаптивной вёрстки. Они позволяют применять разные CSS-стили в зависимости от ширины, высоты экрана, типа устройства или других параметров. Это особенно полезно, когда нужно изменить внешний вид элементов интерфейса под определённые разрешения [1].

В приведённом ниже примере (рисунок 1) видно, как можно изменить структуру меню. При ширине до 1400 пикселей оно отображается в виде горизонтального списка с использованием flex, а после этого значения — превращается в вертикальное меню через display: block. Дополнительно изменяются внутренние отступы и размер шрифта.

Этот способ остаётся актуальным в любом современном проекте. Он универсален и совместим с большинством браузеров, что делает медиазапросы **одним из ключевых инструментов адаптивного дизайна**. Также при адаптации порой необходимо **скрыть часть интерфейса** (например, навигацию), чтобы освободить экранное пространство, и одновременно изменить отступы или размеры элементов. Такой подход особенно полезен для лендингов и сайтов, где важен фокус на основном контенте — это можно сделать: применив display: none.

Гибкая ширина с width: 100% и max-width — один из лучших подходов к адаптации изображений и блоков — использование **относительных размеров (width: 100%) в сочетании с ограничением максимальной ширины (max-width)**. Это позволяет элементу расширяться до границ родителя, но не превышать заданный предел [2].

Ниже пример (рисунок 2), где изображение тянется на всю ширину родительского блока, но не более чем 400 пикселей. Это делает сайт аккуратным и адаптивным сразу под несколько типов экранов — от телефонов до больших мониторов.

```
/* при ширине экрана больше 1400px(как изменяется header) */
@media (min-width: 1400px) {
  .menu {
    display: flex; /* Показать основное меню */
  }
  .menu-list-small {
    display: block; /* Скрыть меню для малых экранов */
  }
}

@media (min-width: 1401px) {
  .menu {
    display: block; /* Показать основное меню */
  }
  .menu-list-small {
    display: none; /* Скрыть меню для малых экранов */
  }
}
```

Рисунок 1 – Пример изменения структуры меню

```
image-section img {
width: 100%;
max-width: 400px;
height: auto;
transition: transform 0.3s ease-in-out;
}
```

Рисунок 2 – Использование width и max-width

Этот способ особенно популярен в современном вебе: **он легко реализуется, не требует медиазапросов** и делает верстку отзывчивой по умолчанию. Это один из самых надёжных вариантов адаптивной графики.

Центрирование элементов через transform и position: когда необходимо **центрировать элементы** (например, модальные окна, изображения или декоративные элементы) как по горизонтали, так и по вертикали, часто используется связка position: fixed и transform: translate(-50%, -50%). Это гарантирует точное выравнивание независимо от размеров экрана.

В этом примере (рисунок 3) элемент “.main-image” позиционируется ровно в центре окна и масштабируется под нужную ширину. При адаптации можно подключить медиазапрос, чтобы уменьшить размеры элемента на мобильных.

```
.main-image {
position: fixed;
top: 0;
right: 0;
z-index: -1;
transform: translate(-50%, -50%);
}
```

Рисунок 3 – Позиционирования элементов через position и transform

Все эти методы – **являются одними из самых точных и действенных способов для придания сайту адаптивности.**

Идеальная адаптивная верстка с использованием медиазапросов (рисунок 4).

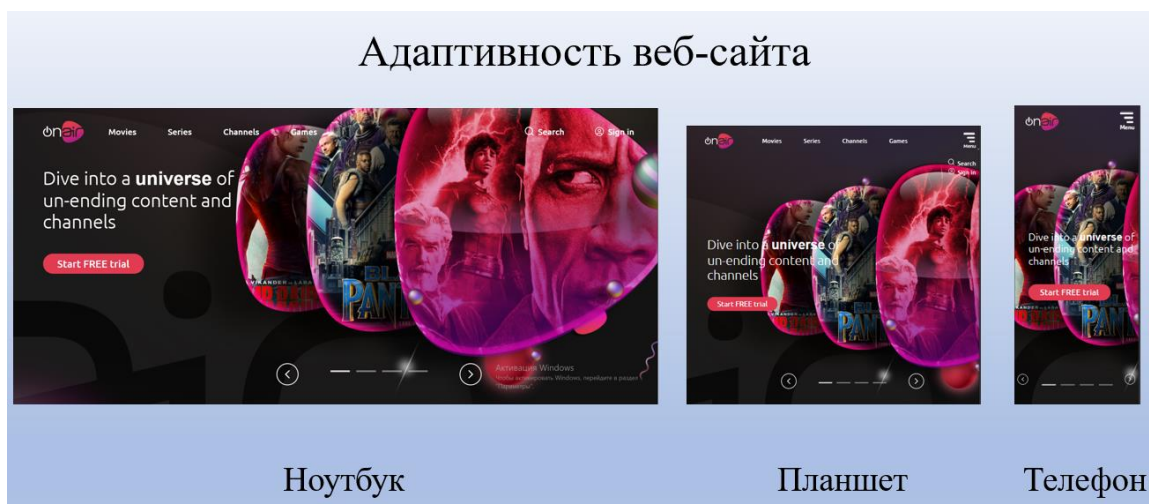


Рисунок 4 – Позиционирования элементов через position и transform

Вывод: такой подход позволяет обеспечить гибкость интерфейса, скрывая ненужные элементы (например, меню) на маленьких экранах и перераспределяя контент, чтобы пользователю было удобно взаимодействовать с сайтом независимо от устройства. Это пример того, как правильно применять медиазапросы для создания адаптивного дизайна, который подстраивается под все устройства: от мобильных телефонов до десктопов.

Литература

1. Что такое семантика? Как работает семантическая вёрстка и зачем она вообще нужна — Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn_web_development/Getting_started/Your_first_website/Creating_the_content. – Дата доступа: 23.02.2025.
2. Paul Haine, Anselm Bradford. HTML5 Mastery: Semantics, Standards, and Styling, 2011. – 316 с.
3. Джон Дакетт. HTML и CSS: Разработка и дизайн веб-сайтов, «Вильямс», 2014. – 480 с.

В. Ю. Гарбарук

(ИММС НАН Беларуси, ОДО «НТЦ Ларта», Гомель)

Науч. рук. **В. А. Гольдаде**, д-р техн. наук, профессор

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ АЭРОЗОЛЯ ВОДЫ КОМБИНИРОВАННЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИФЕНИЛЕНСУЛЬФИДА

Очистка потока от жидкостного загрязнения является одной из ключевых задач, возникающих в процессе подготовки промышленных газовых сред. В зависимости от характера и назначения газовой среды, в потоке могут присутствовать конденсаты углеводородов, воды, а также другие жидкости в виде капельно-аэрозольной фазы дисперсностью от десятых долей до нескольких микрометров.

Эффективным методом отделения аэрозольных частиц от потока газа является использование фильтрующих материалов на основе микроволокон различной природы.

Цель настоящей работы – изучение эффективности фильтрации и характера насыщения жидкостью коалесцентно-фильтрующего слоя фильтрующих элементов, выполненных из полифениленсульфидных микроволокон и дополненных различными функциональными слоями.

Материалы и методика. Исследования проводили на стенде испытания газовых фильтроэлементов [1], оснащённом лазерным оптическим датчиком частиц. В качестве системы генерации жидкостного загрязнения были использованы ультразвуковые генераторы тумана, позволяющие вводить в поток водяной аэрозоль субмикронных размеров.

Были изготовлены 4 типа фильтрующих элементов для испытаний. Образцы представляли собой цилиндрические фильтроэлементы, состоящие из слоев полифениленсульфидных (ПФС) волокон, полученных по технологии “melt blown” с диапазоном размера волокон от 15 до 27 мкм, между которыми были расположены дополнительные слои функциональных материалов, призванные улучшить фильтрационные характеристики изделий:

- образец №1 был полностью изготовлен из ПФС;
- в образце №2 был добавлен средний слой из гофрированного сетчатого рукава;
- образец №3 состоял из ПФС и полиэфирного материала класса М5(ГОСТ Р ЕН 779-2014) поверхностной плотностью 170 г/м²;
- в образце №4 были использованы ПФС и волокнисто-пористый фторопласт «Грифтекс».

Перед подачей в воздушный поток аэрозоля были измерены массы образцов и перепады давления на сухих фильтрующих элементах при различных расходах среды. Все образцы характеризуются схожими величинами аэродинамического сопротивления и близкой к линейной зависимости перепада давления от скорости потока в измеряемом диапазоне скоростей на фильтрующей перегородке: 4–25 см/с.

После этого был выбран расход, соответствующий скорости на среднем слое фильтрующего элемента 16 см/с. Содержание аэрозоля во входном потоке составляло 100–120 мг/м³. Были определены значения номинальной тонкости фильтрации (ГОСТ Р 50554-93) и массовой эффективности удаления жидкости. Далее каждые 30 минут фиксировали изменение перепада давления. Через 12 часов вновь измеряли концентрацию загрязнения в потоке до и после фильтрующего элемента и определяли эффективность очистки. После испытаний образцы были повторно взвешены, прирост массы на всех образцах составил $11,7 \pm 0,4$ г.

Результаты и обсуждение. Все фильтроэлементы показали близкие значения эффективности очистки по массе на несмоченных образцах (99,0–99,3 %) с номинальной тонкостью фильтрации 2,5 мкм.

По истечении 12 часов эффективность очистки образцов увеличилась, что можно связать со смачиванием фильтрующих слоев и выходом на рабочий режим, характеризующимся наличием жидкостной ванны и интенсификацией процессов стекания под действием гравитации укрупненных в объеме фильтрующего материала капель жидкости.

В таблице 1 представлено сравнение показателя фильтрации, из которого следует, что все образцы с дополнительными функциональными слоями показывают уменьшение коэффициента проскока по сравнению с исходным образцом 1. Для образца 3 с дополнительным полиэфирным слоем эта разница незначительна и находится в пределах погрешности измерения, однако для образцов 2 и 4 наблюдается значительное увеличение эффективности фильтрации. В случае с металлическим сетчатым рукавом (образец 2) данный эффект связан как с выполнением им функции дренажного слоя, так и с наличием воздушного зазора, реализуемого добавлением данного слоя: данная зона в фильтрующем элементе также способствует эффективному удалению крупных капель из потока. При этом следует отметить на порядок уменьшившийся коэффициент проскока у образца 4 – использование гидрофобного фторопластового материала с малым размером пор при относительно высокой скорости потока среды позволяет добиться сепарационного механизма удаления жидкостного аэрозоля, при котором укрупненные на предыдущих слоях капли «отбиваются» от поверхности материала и стекают в жидкостную ванну внизу фильтрующего элемента и под действием перепада давления стекают с наружной поверхности фильтрующего элемента.

Таблица 1 – Коэффициент проскока исследуемых фильтрующих элементов после 12 часов работы

Размер частиц, мкм	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
$\geq 2,5$	3,82 %	1,83 %	3,36 %	0,04 %
$\geq 5,0$	1,22 %	0,32 %	0,99 %	0,01 %
$\geq 10,0$	0,66 %	0,15 %	0,61 %	0,01 %

Таким образом, полученные фильтрующие элементы могут стать основой для высокоэффективных устройств очистки воздуха от жидкостных аэрозолей.

Литература

1. Методика определения эффективности фильтрующих элементов для очистки газов от масляного тумана / В. Ю. Гарбарук. Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования. / Материалы VI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, посвящённой памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С. С. Песецкого. Гомель : ИММС НАН Беларуси, 2020. – С. 88–89.

Д. Л. Гнилякевич

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Е. Л. Разова**, канд. филос. наук, доцент

ВОЗРОЖДЕНИЕ SOFT-ТУРИЗМА В БЕЛАРУСИ: РОЛЬ КРАУДСОРСИНГ ПЛАТФОРМЫ В СОЗДАНИИ АУТЕНТИЧНЫХ ПУТЕШЕСТВИЙ

С ростом глобальной осведомленности об устойчивом туризме, soft-туризм стал жизнеспособной альтернативой традиционному массовому туризму. Этот вид туризма характеризуется акцентом на охране окружающей среды, уважении к культуре и вовлечении местных сообществ и предоставляет странам, таким как Беларусь, возможность эффективно использовать свои уникальные культурные и природные ресурсы.

Soft-туризм ставит в приоритет низкоинтенсивные туристические практики, приносящие пользу местному населению, одновременно сохраняя культурное наследие и природные экосистемы [1]. В отличие от массового туризма, который зачастую приводит к переполненности и ухудшению окружающей среды, soft-туризм побуждает путешественников взаимодействовать с местными обычаями и поддерживать малый бизнес. К примеру, такие инициативы, как железнодорожный маршрут «Заповедный Путь» в заповеднике «Озеры», демонстрируют, как устойчивый экотуризм может сократить влияние человека, предоставляя посетителям насыщенные и захватывающие впечатления [2].

Краудсорсинг платформа может послужить необходимым инструментом, способствующим вовлеченности сообщества в развитие soft-туризма. Позволяя пользователям, как туристам, так и местным жителям, делиться своим опытом, рекомендациями и идеями, платформа может создать чувство принадлежности и сотрудничества, а также помочь путешественникам открыть для себя уникальные впечатления, выходящие за рамки типичных туристических предложений. Местные жители могут предоставить ценные знания о культурном наследии и природных ресурсах, гарантируя, что развитие туризма согласуется с интересами общества [3].

В эволюции туризма такой ресурс играет центральную роль, используя коллективный интеллект и креативность различных участников. Благодаря знаниям группы, туристические организации могут получить ценную обратную связь о местах назначения, услугах и достопримечательностях, позволяя им адаптировать предложения для удовлетворения потребностей как можно большего круга людей. Подобное совместное создание контента не только значительно повышает качество информации, доступной потенциальным посетителям, но и позволяет местным сообществам активно участвовать в формировании своего туристического ландшафта.

Для Беларуси краудсорсинг платформа может открыть новые пути устойчивого экономического роста, одновременно демонстрируя ее природные и культурные ценности. Привлекая граждан к совместному созданию туристического опыта, платформа может помочь в выявлении и продвижении менее известных точек и видов деятельности, диверсифицируя туристическое пространство и снижая напряжение переполнен-

ных популярных дестинаций. Кроме того, это позволяет стране быстро адаптироваться к изменяющимся предпочтениям туристов, таким как растущий спрос на персонализированные и погружающие события.

Платформа усиливает аутентичность путешествий, благодаря возможности в реальном времени получать рекомендации местных жителей, которые лучше всех знают свои сообщества. Сама подлинность часто включает участие в мероприятиях, отражающих местный образ жизни. Этому можно поспособствовать, позволяя пользователям делиться своими навыками или опытом – например, кулинарными занятиями, художественными семинарами или языковыми уроками – создавая возможности для культурного обмена [4]. Этот рынок для местных знаний не только дает возможность делиться своим наследием, но также предоставляет путешественникам незабываемые эмоции, которые резонируют на личном уровне. По мере того, как туристы стремятся создать значимые воспоминания, а не просто отмечать пункты назначения из списка, краудсорсинг платформы становятся необходимыми инструментами для аутентичных встреч, которые способствуют прочным связям.

Техническая реализация такой системы может быть улучшена за счет интеграции возможностей OpenStreetMap (OSM) – совместной, бесплатной картографической платформы с открытым исходным кодом, которую часто называют «Википедией карт» и которая поддерживается сообществом добровольцев [5]. OSM представляет собой надежную основу для картографирования и пространственного анализа, позволяя всем желающим вносить свой вклад, предоставлять подробные географические данные и получать к ним доступ.

Задействовав OSM, платформа может предложить пользователям возможность точно указывать места, представляющие для них интерес, что позволяет создавать интерактивные карты, на которых отмечены рекомендуемые маршруты и достопримечательности, предложенные самим сообществом.

Использование OSM также способствует разработке задач на основе местоположения или проектов совместного творчества, в рамках которых пользователи могут предлагать инициативы, связанные с устойчивым туризмом.

Общее влияние краудсорсинг платформы для soft-туризма в Беларуси распространяется на поощрение более ответственного и ориентированного на общество подхода к развитию туризма. Она способствует позитивному сдвигу в сторону ценности социального благополучия и сохранения ресурсов, а также более глубокому взаимодействию и пониманию различных культур.

Литература

1. Hard and Soft Tourism [Электронный ресурс]. // The SAGE International Encyclopedia of Travel and Tourism. – URL: <https://sk.sagepub.com/ency/edvol/the-sage-international-encyclopedia-of-travel-and-tourism/chpt/hard-soft-tourism>. – Дата обращения: 13.03.2025.

2. Belarus' Nature Reserve applies sustainable ecotourism practices with benefits for local communities and nature [Электронный ресурс] // Belarus | United Nations Development Programme. – URL: <https://www.undp.org/belarus/stories/belarus-nature-reserve-applies-sustainable-ecotourism-practices-benefits-local-communities-and-nature>. – Дата обращения: 13.03.2025.

3. Crowdsourcing Intangible Heritage for Territorial Development: A Conceptual Framework Considering Italian Inner Areas [Электронный ресурс] // MDPI - Publisher of Open Access Journals – URL: <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/10/1843>. – Дата обращения: 13.03.2025.

4. The impact of collaborative internet platforms on cultural tourism [Электронный ресурс] // Sciendo | Leading Provider of Publishing Solutions for Academia. – URL: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/picbe-2020-0106>. – Дата обращения: 13.03.2025.

5. OpenStreetMap: The Ultimate Free and Community-Driven Mapping Solution [Электронный ресурс]. // Gpstrackingmart – URL: <https://gpstrackingmart.com/openstreetmap-the-ultimate-free-and-community-driven-mapping-solution/>. – Дата обращения: 13.03.2025.

Р. С. Городник, О. С. Аплевич

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Н. В. Марковская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА РЕНТГЕНОВСКИХ СНИМКОВ ЧЕРЕЗ СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Ручная обработка изображений рентгенограмм специалистами-рентгенологами является трудоемким процессом, который может приводить к диагностическим ошибкам из-за факторов, связанных с человеческим фактором, таких как усталость, неопытность и погрешности оборудования.

Архитектура системы включает в себя использование библиотек TensorFlow и Keras для разработки и обучения сверточной нейронной сети (CNN) с целью классификации рентгеновских снимков грудной клетки на наличие такой патологии, как пневмония. Архитектура расположена на рисунке 1.

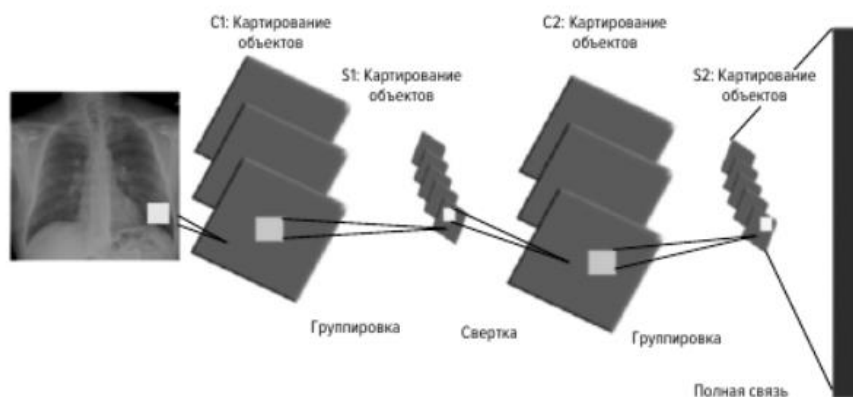


Рисунок 1 – Схематичная архитектура CNN

Разработка CNN осуществлялась в несколько этапов. В начале – это определение модели с помощью класса Sequential из библиотеки Keras. Этот класс позволяет создавать модель, последовательно добавляя к ней слои. Затем в модель последовательно добавляются сверточные слои с указанием числа фильтров, размера ядра и функции активации. Сверточные слои помогают извлекать признаки из изображений. После сверточных слоев добавляются слои подвыборки, которые уменьшают размер признаковых карт, сохраняя наиболее важные признаки. Затем добавляется слой понижения размерности, который преобразует признаковые карты в одномерный вектор, готовый для подачи в полносвязные слои.

На основании исследований, выполненных в работе, можно сделать выводы, что для определения патологии необходимо использовать классический набор инструментов машинного обучения, описанных выше, грамотно осуществить их взаимодействия для достижения качественных результатов.

Представленная модель сверточной нейронной сети, обученная на рентгеновских снимках, показала достаточно высокую точность. Следует обратить внимание, что для получения хорошей точности нейронной сети, обученной на оптимальных параметрах на КТ и рентгеновских снимках, важно определить качественный и объемный датасет (с возможной предварительной обработкой изображений).

Были исследованы основные методы систем распознавания образов, принципы их работы, а также рассмотрены различные архитектуры нейронных сетей, получены навыки разработки сверточных нейронных сетей для классификации изображений. Было установлено, что среди методов диагностики оптимальными являются флюорография и рентгенография. Они не требуют больших временных затрат, и изображения, полученные с помощью этих методов, обладают достаточным набором информативных признаков для классификации. Были рассмотрены разные архитектуры нейронных сетей и разные подходы к обучению и оптимизации нейросетей. Было доказано, что задачу распознавания можно успешно решить с помощью сверточных нейронных сетей, которые обладают рядом преимуществ при работе с изображениями.

Глобальная пандемия COVID привела мир к чрезвычайной ситуации, когда все хотят быстрых результатов, чтобы справиться с ее последствиями. Порой не хватало медицинских экспертов, и этот всплеск заболеваемости отягощал нашу медицинскую сферу. Более быстрое выявление заболевания поможет нам справиться с его быстрым распространением среди здоровых людей.

Литература

1. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: Научно-популярное издание Орельен Жерон концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем, издательство «Диалектика», Россия Москва 2018 г.

2. ТРУДЫ МФТИ. 2016. Том 8, № 3 Ле Мань Ха Moscow Institute of Physics and Technology (State University) Convolutional neural networks for classification [Электронный ресурс] статья. – Режим доступа: https://mipt.ru/upload/medialibrary/659/91_97.pdf. – Дата доступа: 26.11.2023.

Г. В. Грожек

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РЕЧИ В ТЕКСТ С ПОМОЩЬЮ GOOGLE SPEECH TO TEXT API

Мессенджеры и социальные сети являются активно развивающейся частью цифровой сферы в современном мире. Они применяются для работы, общения с друзьями и коллегами, получения профессиональных навыков, ведения научной, социальной, экономической деятельности, продвижения различного рода товаров и услуг [1]. Простой и удобный интерфейс чата и полезные функции, которые обеспечивают эффективность коммуникации и обмена информацией, служат основой востребованности у потенциальных пользователей.

Google Speech-to-Text API – облачный сервис, предоставляющий возможность пользователям преобразовывать аудио в текстовые расшифровки. Он основывается на современных моделях и алгоритмах машинного обучения. Сервис поддерживает свыше

120 языков и их вариантов, успешно распознавая различные диалекты, акценты и контексты. Он также может работать в шумной обстановке, с несколькими динамиками и сложной терминологией.

Некоторые функции и преимущества Google Speech-to-Text API:

- настройка: пользователи могут настроить модель распознавания речи в соответствии со своими конкретными потребностями и областями, такими как медицина, юриспруденция, финансы и другие сферы. Они также могут предоставлять подсказки, фразы или слова, имеющие отношение к их аудиоконтенту, чтобы повысить точность и релевантность транскрипции;

- адаптация: пользователи могут включить функцию адаптации речи, которая позволяет API учиться на отзывах и данных пользователя и соответствующим образом корректировать транскрипцию. Это уменьшит количество ошибок и улучшит качество вывода с течением времени;

- потоковая передача: пользователи могут передавать аудиоданные в API в режиме реального времени и получать транскрипцию по мере обработки звука. Это может включить субтитры в реальном времени, субтитры или расшифровку событий, встреч или звонков;

- метаданные: пользователи могут получить доступ к дополнительной информации о транскрипции, такой как показатели достоверности, временные метки слов, дневниковое описание говорящего, пунктуация и использование заглавных букв. Данная функция может помочь пользователям анализировать, редактировать или же форматировать текстовый вывод по мере необходимости;

- интеграция: пользователи могут легко интегрировать API с другими сервисами Google, такими как Google Cloud Storage, Google Translate, Google Dialogflow или Google Assistant. Это может позволить пользователям создавать бесшовные и интерактивные приложения, такие как голосовой поиск, голосовые команды, голосовой чат или голосовая аналитика.

Google Speech-to-Text API можно применять в разных задачах и случаях, таких как:

- расшифровка аудио- и видеозаписей. Пользователи могут загружать свои аудио- и видеофайлы в Google Cloud Storage и использовать API для расшифровки их в текст. Это может быть полезно для создания субтитров, подписей, стенограмм или аннотаций подкастов, лекций, интервью или документальных фильмов;

- перевод аудио- или видеопотоков в реальном времени. Пользователи могут передавать аудио- и видеоданные в реальном времени в API, а также получать транскрипцию в режиме реального времени. Это может быть полезно для предоставления титров в реальном времени, субтитров или же стенограмм вебинаров, конференций, презентаций или трансляций;

- преобразование речи в текст с переводом. Пользователи могут использовать API в сочетании с Google Translate для преобразования речи с одного языка в текст на другом языке. Данная функция может быть полезна для облегчения межкультурного общения, образования или туризма;

- анализ речи в текст. Пользователи могут использовать API в сочетании с Google Dialogflow, Google Natural Language или Google Cloud Speech-to-Text для анализа текстового вывода системы распознавания речи. Эта функция может быть полезна для извлечения идей, намерений, настроений или сущностей из речевых данных и предоставления соответствующих ответов или рекомендаций;

- преобразование речи в текст. Пользователи могут использовать API в сочетании с преобразованием текста в речь Google, Google Cloud Text-to-Speech или Google Assistant, чтобы улучшить вывод текста при распознавании речи. Это может быть полезно для предоставления обратной связи, разъяснения, подтверждения или же помощи говорящему, а также для создания синтетической речи из текста.

В докладе рассказывается о реализации функции голосового ввода в многопользовательском чате с использованием языка программирования Java и сервиса распознавания голоса Google API. В методе `onCreate` определяется кнопка для запуска голосового ввода информации. Алгоритм работает следующим образом. Берется `id` данной кнопки, после чего создается метод `setOnClickListener`, в котором создается новое намерение `Intent` для вызова метода `ACTION_RECOGNIZE_SPEECH`. Этот метод нужен для запуска действия, которое запрашивает у пользователя речь и отправляет ее через распознаватель речи. После чего с помощью `EXTRA_LANGUAGE_MODEL` и `LANGUAGE_MODEL_FREE_FORM` идет распознавание языка, на котором говорит пользователь. При этом отображается подсказка, с помощью которой можно понять, что уже можно говорить. Это делается с помощью `EXTRA_PROMPT`. Далее вызывается переопределенный метод `onActivityResult`, в котором благодаря `EXTRA_RESULTS` формируется `ArrayList<String>` результатов распознавания, то есть текста, который сказал пользователь. Текст появляется в поле `editText`, после чего его можно отправить участникам чата.

Дальнейшее применение голосового ввода в мессенджерах открывает широкие возможности для улучшения взаимодействия между пользователями. Например, функция автоматического исправления ошибок распознавания может основываться на алгоритмах обработки естественного языка, что позволит системе корректировать неточности, допущенные в процессе преобразования аудио в текст. Это особенно важно в профессиональной среде, где требуется высокая точность передачи информации.

Кроме того, возможности Google Speech-to-Text API позволяют интегрировать дополнительные функции, такие как фильтрация ненормативной лексики, адаптация модели под специфическую лексику и работа с разными источниками звука. С помощью пользовательских словарей и контекстных моделей можно настроить систему так, чтобы она учитывала особенности конкретной отрасли или типа контента, что повышает точность распознавания и качество транскрипций. Например, в медицинских приложениях можно добавить специализированные термины, а в юридических — правовую лексику, что существенно улучшает результаты работы API.

Инновационные разработки в области искусственного интеллекта также предполагают внедрение систем, способных анализировать эмоциональную окраску речи. Анализ тональности позволяет определять настроение говорящего, что может быть использовано для автоматической оценки удовлетворенности клиентов, анализа качества обслуживания или даже для создания адаптивных систем поддержки пользователей. Такие системы могут не только фиксировать текст, но и автоматически выделять ключевые моменты, интонационные изменения и важные акценты, что в дальнейшем может использоваться для обучения моделей или проведения детального анализа коммуникационных процессов.

Еще одной перспективной областью является интеграция голосового ввода с системами автоматического перевода. Используя Google Translate в паре с Speech-to-Text API, можно создать универсальные решения для межкультурного общения, позволяющие в реальном времени переводить речь с одного языка на другой. Это открывает новые горизонты для международных компаний, образовательных учреждений и туристических сервисов, обеспечивая мгновенное понимание и обмен информацией без языковых барьеров.

Кроме того, голосовой ввод может быть использован в качестве элемента системы безопасности. Внедрение функций голосовой аутентификации позволяет не только вводить текст, но и подтверждать личность пользователя на основе уникальных характеристик его голоса. Это может служить дополнительной мерой защиты, особенно в условиях, когда требуется высокий уровень безопасности данных и контроля доступа к конфиденциальной информации.

Не менее важной является интеграция голосового ввода с другими сервисами Google, такими как Google Cloud Storage, Google Dialogflow и Google Assistant. Это позволяет создавать комплексные решения, в которых распознавание речи становится лишь одним из компонентов общей системы. Такие интегрированные решения могут включать автоматическую обработку звонков, интеллектуальный анализ данных и предоставление пользователю интерактивных возможностей, что существенно повышает удобство и эффективность работы как отдельных приложений, так и всей экосистемы цифровых сервисов.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что интеграция голосового ввода на основе Google Speech-to-Text API в многопользовательские чаты и другие цифровые платформы открывает широкий спектр возможностей для развития коммуникационных технологий. Это позволяет не только улучшить качество обслуживания, сделать интерфейсы более доступными и удобными, но и открыть новые пути для инновационных решений в области искусственного интеллекта, автоматизации процессов и обеспечения безопасности. Такой подход делает современные мессенджеры более функциональными, адаптированными к требованиям времени и способными удовлетворять растущие потребности пользователей в условиях цифровой трансформации.

Литература

1. Грожик, Г. В. Разработка многопользовательского чата с использованием инструментов FIREBASE / Г. В. Грожик // XXVII Республиканская научная конференция студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», 2024 г. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины. – С. 178.

В. И. Гузиков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ПРОДАЖЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Интернет-магазины в последние годы стали одной из важнейших составляющих электронной коммерции. Главная цель интернет-магазина – обеспечить удобство покупки и доступность товара для пользователей в любое время суток. Магазины в первую очередь служат для удовлетворения потребностей клиентов и повышения доступности товаров, но не гарантируют мгновенного роста продаж без надлежащей маркетинговой стратегии [1].

Многие современные платформы для разработки интернет-магазинов поддерживают использование технологий HTML/CSS, React и MongoDB. Эти технологии позволяют создавать гибкие и масштабируемые системы, обеспечивающие удобство взаимодействия с пользователями, обработку данных и надежное хранение информации. Внедрение современных технологий предоставляет возможность интеграции таких модулей, как аналитика продаж, система рекомендаций и оптимизация процесса оформления заказа. На практике это позволяет реализовать разнообразные сценарии продаж и повышения пользовательского опыта.

Целью данной работы было проектирование комплексной системы интернет-магазина для продажи комплектующих. Магазин должен обеспечивать удобство навигации, отображение актуального ассортимента и возможность быстрого

оформления заказа, регистрацию и администрирование с необходимым уровнем безопасности.

Был разработан интернет-магазин с учетом современных требований к пользовательскому интерфейсу и удобству. Для визуального оформления и структурирования страниц использовались HTML и CSS, что обеспечило адаптивность дизайна для различных устройств. Фреймворк React применялся для создания интерактивных пользовательских интерфейсов, а база данных MongoDB позволила хранить информацию о товарах, клиентах и заказах с возможностью дальнейшего масштабирования.

Для выполнения данного проекта использовались редакторы кода Visual Studio Code и инструменты для командной разработки, такие как Git. Это обеспечило удобство разработки, тестирования и внесения изменений.

Литература

1. Разработка интернет-магазина для eCommerce-проекта. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vims.com.ru/blog/razrabotka-internet-magazina-dlya-ecommerce-proekta/>. – Дата доступа: 10.02.2025.

Н. Д. Гутенко, Е. Ю. Перепечко

(БГУИР, Минск)

Науч. рук. **Е. В. Телеш**, ст. преподаватель

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОДЛОЖКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЯ

Тонкие пленки алюминия широко применяются в микроэлектронике и оптике. Обычно их получают термическим испарением и ионным распылением в вакууме. В последние годы разработаны другие методы нанесения. Используется осаждение пленок алюминия ионизированным кластерным пучком. Эти пленки демонстрируют высокую термическую стабильность и стойкость к электромиграции [1]. Новый метод нанесения тонких пленок посредством генерации потока из пучкового фокуса, формируемого в ускорителе с анодным слоем, является перспективным, т. к. позволяет управлять плотностью и энергией ионного пучка, применять дешевые блоки питания [2]. Задачей настоящей работы являлось исследование влияния температуры подложки на характеристики наноразмерных алюминиевых пленок.

Покрывают наносили на подложки из кремния и стекла. Остаточный вакуум составлял $2,66 \cdot 10^{-3}$ Па, ускоряющее напряжение – 2,5 кВ, ток разряда – 65 мА, скорость нанесения 0,77...0,78 нм/с, напряжение на диафрагме отсутствовало. Исследовано влияние $T_{\text{п}}$ на удельное объемное сопротивление ρ_v пленок на основе алюминия с толщиной 23 и 140 нм. Установлено, что ρ_v снизилось почти в 2 раза до $T_{\text{п}} \sim 500$ К (рисунок 1(а)). Это связано с ростом размеров зерен алюминия. Дальнейшее повышение $T_{\text{п}}$ привело к резкому росту ρ_v , что связано с усилением химического взаимодействия атомов алюминия с газами остаточной атмосферы в вакуумной камере и появлением диэлектрической прослойки на границах зерен.

На рисунке 1(б) представлена зависимость температурного коэффициента сопротивления α от температуры подложки. Наблюдалось снижение α до отрицательных значений при увеличении $T_{\text{п}}$ до 400 К и было связано с превалированием процессов окисления зерен алюминия перед ростом их диаметра. Дальнейший нагрев приводил к обратным явлениям и к росту α .

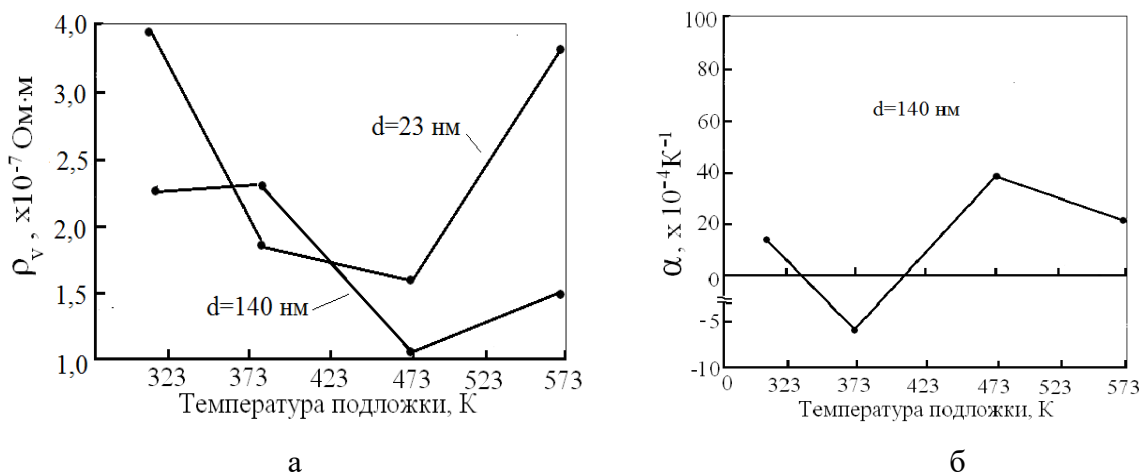


Рисунок 1 – Зависимость удельного объемного сопротивления (а) и температурного коэффициента сопротивления (б) от температуры подложки

На рисунке 2(а) представлены спектральные зависимости пропускания пленок, полученных при $T_{\text{п}}$ 293 и 573 К. Нагрев привел к снижению пропускания, что можно объяснить ростом рассеяния света на более крупных зернах металла. Этим также можно обосновать снижение пропускания на $\lambda = 555 \text{ нм}$ (рисунок 2(б)). Измерение коэффициента преломления показало, что покрытия обладали $n = 1,2 \dots 1,3$ и величина n увеличивалась при нагреве подложки.

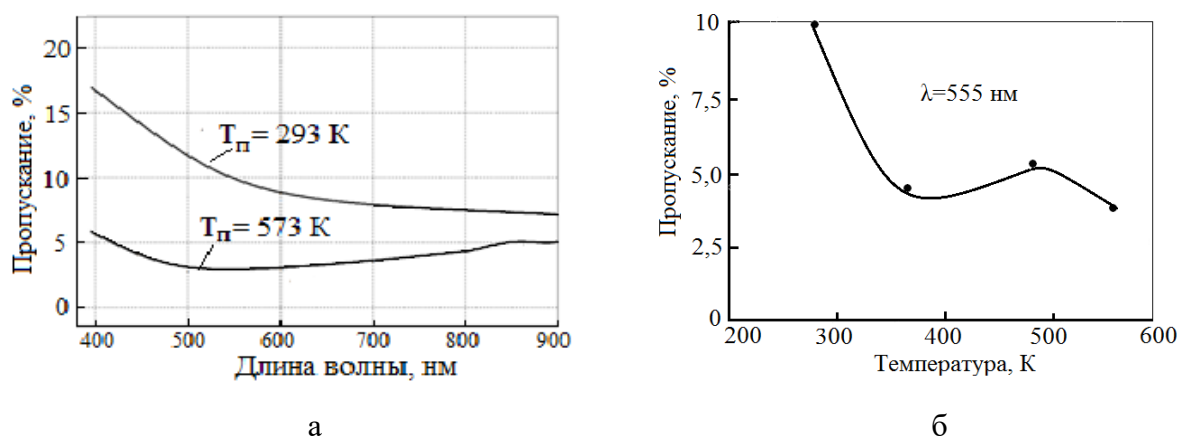


Рисунок 2 – Спектральные зависимости пропускания пленок алюминия при $T_{\text{п}}$ 293 и 573 К (а) и зависимость оптического пропускания на $\lambda = 555 \text{ нм}$ от температуры подложки (б)

Измерение коэффициента трения k показало, что его величина практически не зависела от температуры конденсации и варьировалась в диапазоне $0,6 \dots 0,75$ (рисунок 3(а)).

Проведено исследование структурно-фазовых характеристик пленок алюминия. На рисунке 3, б приведены рентгенограммы пленок на основе алюминия, полученных при $T_{\text{п}}$ 313 и 573 К. Установлено, что увеличение $T_{\text{п}}$ способствовало росту покрытий с крупнозернистой структурой.

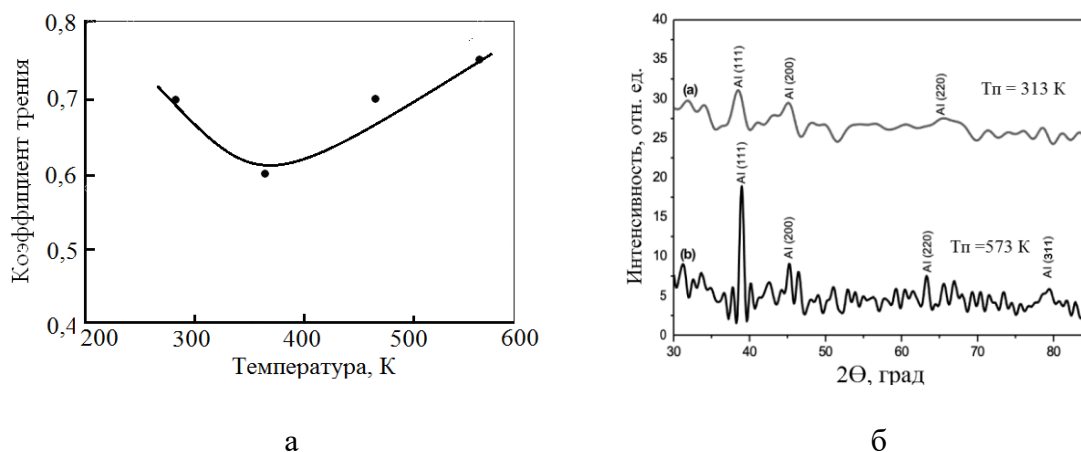


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента трения от температуры подложки (а) и рентгенограммы пленок алюминия, полученных при T_p 293 и 573 К

Литература

1. Yamada, I. Effects of Ionized Cluster Beam Bombardment on Epitaxial Metal Film Deposition on Silicon Substrates /I. Yamada // MRS Online Proceedings Library (OPL), Volume 128: Symposium A – Processing and Characterization of Materials Using Ion Beams, 1988. – P. 113.
2. Телеш, Е. В. Ионно-пучковый синтез прозрачных медных электродов / Е. В. Телеш, Н. Д. Гутенко, С. В. Данилович // Приборостроение – 2023 : материалы 16-й Междун. научно-технической конференции (Минск, 15 – 17 ноября 2023 г.) / Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск, 2023. – С. 278–279.

М. В. Ешман, Л. К. Титова
(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

РАЗРАБОТКА СЕТЕВОГО ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В ЖАНРЕ ROGUELIKE С ПРОЦЕДУРНО ГЕНЕРИРУЕМЫМ ОКРУЖЕНИЕМ

Процедурная генерация окружения – это метод создания игрового окружения с использованием алгоритмов, которые позволяют создавать разнообразные и уникальные элементы игры без необходимости ручной работы над каждой деталью. Эта технология получила широкое распространение в жанре *roguelike*, где ключевую роль играют исследование, неожиданность и высокая реиграбельность. Процедурная генерация позволяет создавать динамическое окружение, которое меняется от одной игровой сессии к другой, обеспечивая уникальный опыт для каждого игрока.

Для создания игры использовался игровой движок Unity. Данный движок использовался для реализации процедурной генерации окружения, настройки взаимодействия между элементами игрового мира, реализации сетевого взаимодействия и анимаций конкретных объектов.

Для разработки визуальных элементов и текстур использовался пиксельный редактор *Aseprite*, благодаря которому удалось получить уникальный стиль пиксельного оформления.

Разработанное 2D-приложение ориентировано на многопользовательское прохождение, где игрокам предстоит исследовать постоянно меняющийся мир, где каждая новая локация предлагает уникальные испытания и возможности.

События игры разворачиваются в далёком будущем, в альтернативной реальности, где космические перелеты стали обыденностью. Игрокам предстоит выполнять задания безымянной Компании, которая занимается сбором металлолома в самых удалённых уголках космоса. Однако за этим простым занятием скрывается мрачная тайна: Компания использует собранный хлам для кормления гигантского чудовища, способного уничтожать целые планеты. Игроки, изучая оставленные записи в терминалах, узнают о странных событиях, происходивших в прошлом, и начинают понимать, что эта работа связана с чем-то зловещим. Игрокам предстоит не только выполнять задания Компании, но и раскрыть её истинные цели, выживая в условиях постоянных угроз и загадок.

Д. И. Зеленковский
(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. **О. А. Лапко**, ст. преподаватель

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТОРЦОВЫХ ФРЕЗ

Современное машиностроение характеризуется повышением требований к геометрическим параметрам качества изготовления поверхностей деталей – точности получаемых размеров, отклонений формы, взаимного расположения поверхностей. Даже мельчайшие отклонения от заданных параметров существенно влияют на функциональность готового изделия. Эти геометрические параметры напрямую определяют величину контактных деформаций в местах соединения деталей, что, в свою очередь, очень важно для жесткости конструкции. Они также влияют на уровень трения и износа сопрягаемых поверхностей, на герметичность соединений, если таковые имеются, и, наконец, на прочность сцепления с различными покрытиями, которые могут быть нанесены на поверхность детали для повышения ее износостойкости, коррозионной стойкости или других важных свойств. В процессе обработки плоских поверхностей и уступов на деталях широкое применение нашли торцовые фрезы. Ключевой особенностью их работы является перпендикулярное расположение оси вращения фрезы относительно обрабатываемой поверхности. Это обеспечивает равномерность обработки и высокую точность. В процессе резания главную роль играют наружные зоны режущих кромок каждого зуба фрезы. Это значит, что форма самих режущих кромок может быть весьма разнообразной, и выбор той или иной формы зависит от требований к обработанной поверхности, материала детали, и желаемой производительности. Конструкторы имеют значительную свободу в проектировании профиля режущих кромок, что позволяет оптимизировать фрезу под конкретные задачи обработки.

При изготовлении торцовых фрез применяются различные схемы расположения режущих пластин. Наиболее распространенные из них – радиальное и тангенциальное расположение. Выбор схемы расположения пластин, так же как и форма режущих кромок, является предметом тщательного проектирования и напрямую влияет на качество и эффективность обработки. Рассмотрим конструктивные особенности следующих фрез.

Фреза на рисунке 1 имеет корпус 54 и гнезда под пластины 56, расположенных на переднем торце 58 и открытых на периферийную поверхность корпуса 60, по одной режущей пластине 10, закрепленной в каждом гнезде 56 таким образом, что их главные поверхности 16 обращены назад, рабочие торцовые поверхности 12 обращены в направлении вращения, а рабочие задние кромки выступают радиально наружу за периферийную поверхность 60 [1].

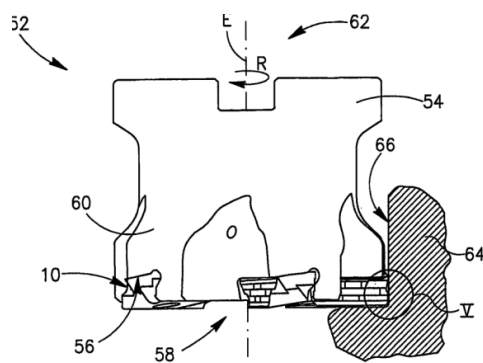


Рисунок 1 – Вид сбоку на врезную фрезу

Достоинство данной фрезы в том, что режущая пластина включает пару противолежащих торцовых поверхностей, пару противолежащих вспомогательных и пару противолежащих главных поверхностей. Каждая торцовая и главная поверхность имеет две главные режущие кромки и две вспомогательные режущие кромки. Каждая главная и примыкающая вспомогательная режущие кромки соединяются через угловую режущую кромку. Для повышения точности обработки каждая вспомогательная поверхность имеет две выборки. Каждая выборка имеет дно и выходит на примыкающую торцовую поверхность. Каждое дно выборки и примыкающая торцовая поверхность пересекаются по кромке выборки, по крайней мере, часть которой образует заднюю режущую кромку, расположенную поперечно и соединяющуюся с примыкающей вспомогательной режущей кромкой. Недостаток данной фрезы – низкая виброустойчивость, высокая трудоемкость изготовления.

Торцовая фреза на рисунке 2 имеет корпус 12 с одним выступом 14, выполненным на его переднем конце 16 и имеющим гнездо 18 с закрепленной в нем режущей пластиной 20, данное гнездо ограничено основанием 24 и первым 40 и вторым 42 задними участками боковой стенки, расположенными поперечно к основанию, и имеет круглую выборку 28, расположенную вниз от основания и имеющую нижнюю стенку 30, соединенную с периферийной поверхностью 32, расположенной от нее вверх к основанию 24. Режущая пластина имеет верхнюю поверхность 60, нижнюю поверхность 62 и боковую поверхность 64, расположенную между ними и образующую в пересечении с верхней поверхностью режущую кромку 66, цилиндрический выступ 82, имеющий цилиндрическую периферийную поверхность 84, расположенную вниз от нижней поверхности 62 режущей пластины к его нижней поверхности 86. Режущая пластина 20, закрепленная в гнезде 18, взаимодействует с его первой и второй опорными поверхностями. Первая опорная поверхность гнезда 52 расположена на первом заднем участке боковой стенки 40 и взаимодействует с первой опорной поверхностью, расположенной на боковой поверхности 64 режущей пластины, вторая опорная поверхность гнезда 56 расположена на втором заднем участке боковой стенки 42 и взаимодействует со второй опорной поверхностью, расположенной на боковой поверхности 84 режущей пластины [2].

Достоинство данной фрезы в том, что в гнезде выполнена третья опорная поверхность, которая расположена на периферийной поверхности выборки и предназначена для взаимодействия с третьей опорной поверхностью, выполненной на цилиндрической периферийной поверхности выступа режущей пластины.

Недостаток данной фрезы – высокая трудоемкость изготовления.

Торцовая фреза на рисунке 3, содержит одну режущую пластину 10 и корпус 54, в котором есть одно гнездо 56, в котором закреплена одна режущая пластина 10, ограниченное смежными боковой 58 и задней 60 стенками, расположенными в основном поперечно к основанию, выполненному с резьбовым отверстием 70 для размещения

крепежного винта 24 для закрепления режущей пластины в гнезде. Боковая стенка выполнена с осевой базирующей поверхностью 64, контактирующей с соответствующей вспомогательной боковой поверхностью 16, одной режущей пластины, задняя стенка выполнена с двумя выступающими тангенциальными базирующими поверхностями 66, расположенными по сторонам ее центрального заниженного участка и контактирующими с соответствующей внутренней торцевой поверхностью, по крайней мере, одной режущей пластины [18].

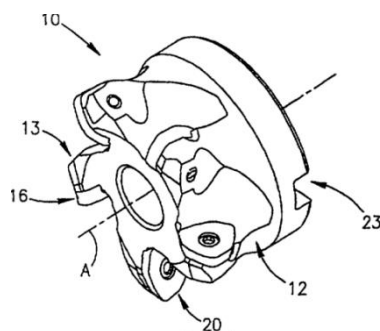


Рисунок 2 – Вид в перспективе на режущий инструмент

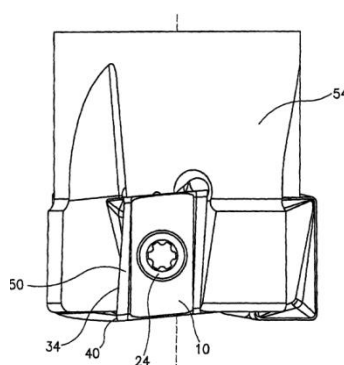


Рисунок 3 – Вид сбоку на фрезу

Достоинство данной фрезы в том, что она снабжена двухсторонней тангенциальной режущей пластиной с отрицательным статическим задним углом, конечная форма которой предпочтительно получается прессованием или отливкой, имеющая сквозное отверстие под крепежный винт, которое не проходит через стружечные поверхности.

Недостаток данной фрезы – высокая трудоемкость изготовления.

В результате исследований установлено, что наиболее рациональными для обработки поверхностей являются конструкции торцевых фрез с тангенциальным расположением пластин.

Литература

1. Михайлов, М. И. Моделирование точности сборного механизированного инструмента / М. И. Михайлов // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. МНТК. – Гомель, 2006. – С. 88–89.
2. Леонов, С. Л. Основы создания имитационных технологий прецизионного формообразования / С. Л. Леонов, А. Т. Некрасов. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2006. – 198 с.

Т. В. Земченко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UNITY ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИГРОВЫХ МЕХАНИК ИГРЫ «ТЕТРИС»

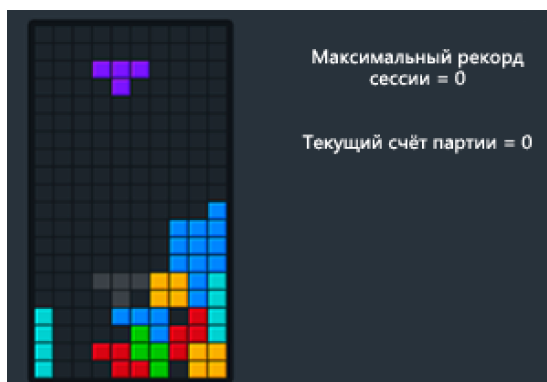
«Тетрис» – одна из самых популярных и узнаваемых классических компьютерных игр, которая уже не одно десятилетие остается в числе самых востребованных развлечений среди геймеров разных возрастов. Ее популярность обусловлена простыми, но увлекательными игровыми механиками, высокой динамичностью и возможностью совершенствовать свои навыки, развивая логическое мышление и скорость реакции. Благодаря своей универсальности, «Тетрис» представляет собой отличную платформу для изучения алгоритмов, освоения принципов работы игровых движков, а также применения объектно-ориентированного программирования. Разработка этой игры актуальна как для начинающих, желающих познакомиться с основами дизайна и программирования, так и для более опытных специалистов, стремящихся углубить свои знания в области структур данных, паттернов проектирования и оптимизации игровых механик. Этот процесс представляет собой комплексный подход к созданию интерактивных приложений, что делает его полезным для широкого круга специалистов.

В докладе рассматриваются аспекты программной реализации классической игры «Тетрис» с использованием игрового движка Unity. Освещаются ключевые игровые механики, особенности проектирования, структура кода, а также технические аспекты, обеспечивающие удобство управления и визуального восприятия игрового процесса. Разработка игры велась с использованием языка программирования C#. Применение игрового движка Unity позволило эффективно работать с визуальным интерфейсом, анимацией и графикой, а также обеспечило удобные средства для обработки данных и оптимизации игрового процесса.

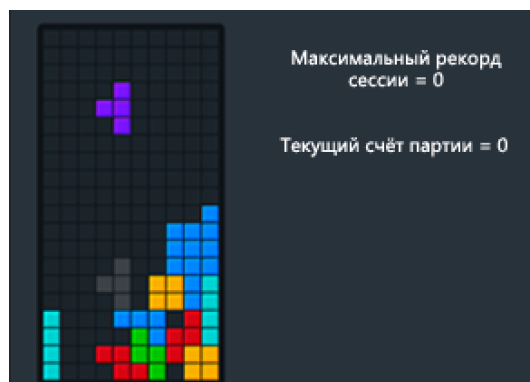
В ходе разработки использовались различные алгоритмические методы, способствующие точному и корректному воспроизведению всех игровых механик. В частности, были реализованы алгоритмы, отвечающие за падение фигур, их перемещение по игровому полю, вращение, проверку столкновений с границами поля и другими фигурами, а также удаление полностью заполненных строк. Пример использования поворота фигур представлен на примере фигуры "Т" (рисунок 1 (а,б)). Пример использования передвижения фигур представлен на примере фигуры "Т" (рисунок 1 (в,г)). Пример очистки поля и начисления очков (рисунок 1 (д,е)).

Для обеспечения корректной работы игровых механик была разработана специализированная структура данных, хранящая текущее состояние игрового поля и фигур, что позволило минимизировать вероятность возникновения ошибок и добиться высокой производительности. Отдельное внимание было уделено созданию интуитивно понятного пользовательского интерфейса, включающего в себя такие элементы, как счетчик набранных очков, а также отображение «тени» падающей фигуры, позволяющей игроку предугадывать место ее приземления и принимать более стратегические решения.

Применение паттернов проектирования, таких как MVC (Model-View-Controller), позволило создать структурированную и гибкую архитектуру приложения, обеспечивающую удобство в сопровождении, модификации и масштабировании проекта. Благодаря этому код игры стал более понятным и легко расширяемым, что делает возможным дальнейшее добавление новых функций, таких как усложненные уровни, различные режимы игры или дополнительные визуальные эффекты. В процессе оптимизации был обеспечен эффективный менеджмент памяти, что позволило добиться плавной работы игры даже на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами. Это стало возможным благодаря продуманной организации кода, минимизации избыточных вычислений и эффективному управлению объектами в игровом пространстве.



а



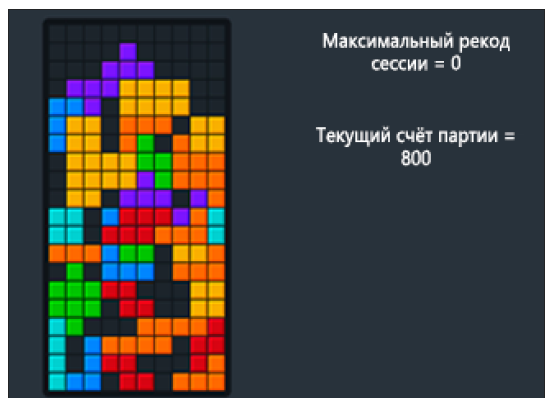
б



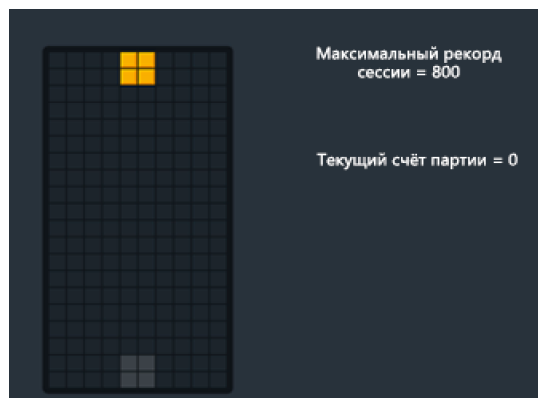
в



г



д



е

Рисунок 1 – Пример использования фигур: а – Фигура “Т” в начальном состоянии; б – Фигура “Т” повернута вправо; в – Передвижение фигуры “Т”; г – Передвижение фигуры “Т”; д – Ситуация перед проигрышем; е – Очистка поля

Разработанный алгоритм не только полностью воспроизводит все оригинальные правила игры «Тетрис», но и позволяет легко адаптировать проект для последующего изучения и модификации. Созданная архитектура дает возможность быстро вносить изменения, экспериментировать с различными параметрами и игровыми механиками, что делает данный проект отличной учебной платформой для начинающих программистов и разработчиков игр. Представленные методы и алгоритмы могут быть применены

не только в «Тетрисе», но и в разработке других игр с аналогичными механиками, например, головоломок или аркадных игр с падающими объектами. Это подтверждает универсальность полученных решений. Разработанные методы обработки игровых данных, алгоритмы проверки столкновений, а также система управления игровыми объектами могут быть адаптированы и использованы при создании других логических и аркадных игр, требующих динамического взаимодействия элементов и сложных алгоритмических решений. Например, данные алгоритмы могут быть применены в играх жанра «матч-3» для обработки совпадений и удаления элементов с поля, в платформах для точного определения контактов персонажей с окружением, а также в стратегиях реального времени, где требуется динамическое управление юнитами и их взаимодействие с игровым миром.

Результаты исследования могут быть использованы для обучения разработке игр на платформе Unity и языке C#. Данный проект представляет собой не только практический пример создания классической игры, но и ценный образовательный материал, который может быть полезен как начинающим разработчикам, так и более опытным специалистам, желающим углубить свои знания в области программирования и работы с игровыми движками. На основе данного проекта могут быть разработаны специализированные учебные курсы, включающие в себя теоретические и практические занятия, направленные на изучение алгоритмов обработки данных, принципы построения архитектуры программных решений, а также освоение методов оптимизации производительности игровых приложений.

Разработанный проект может служить основой для создания учебных материалов и приложений, помогающих изучать программирование и алгоритмы на примере игры «Тетрис». Благодаря продуманной архитектуре, включающей модульную структуру кода и использование распространенных паттернов проектирования, таких как MVC (Model-View-Controller), студенты и разработчики смогут легко адаптировать код под собственные нужды. Они смогут экспериментировать с новыми механиками, такими как ускорение падения фигур, изменение формы блоков, а также добавление бонусных элементов или новых режимов игры. В рамках образовательных курсов данный проект может быть использован для демонстрации принципов работы с игровыми объектами, системами анимации, пользовательскими интерфейсами и взаимодействием игровых компонентов. Учебные материалы, основанные на этом проекте, могут включать как детальные руководства по его реализации, так и практические задания, направленные на закрепление полученных знаний.

Представленные подходы и алгоритмы могут быть успешно и эффективно применены в процессе создания других увлекательных и интересных игр с аналогичными игровыми механиками, что лишний раз подтверждает универсальность и широкую применимость полученных решений. Разработанные методы обработки игровых данных, продуманные алгоритмы проверки столкновений, а также гибкая и эффективная система управления игровыми объектами могут быть легко адаптированы и использованы при разработке других логических и аркадных игр, требующих динамического взаимодействия множества элементов и сложных алгоритмических решений, что значительно расширяет возможности разработки новых проектов. Таким образом, проект «Тетрис» представляет собой не только классический учебный пример, но и удобную отправную точку для создания новых оригинальных игровых приложений, что делает его действительно ценным ресурсом как для индивидуального обучения, так и для коллективной разработки в образовательных и профессиональных кругах, где важно учитывать множество факторов и подходов.

М. К. Каменская
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ КАДРОВОГО УЧЕТА ВРЕМЕНИ СОТРУДНИКОВ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Учет рабочего времени сотрудников и составление приказов личного состава обязательная задача отдела кадров.

При первом входе в программу происходит регистрация предприятия, в которую вносятся основные данные об организации и выбор пользователей, которые получают доступ к определенному функционалу. По окончании регистрации предприятия регистрирующий пользователь получает код согласно которого пользователи могут войти в систему установив пароль входа своего пользователя. При втором запуске происходит режим обучения пользователя.

В режиме обучения программа со звуковым сопровождением и навигацией по программе показывает интерфейс и функционал выбранного пользователя.

В режиме работы после обучения звуковое сопровождение и навигация работает как помощник пользователю. Для запуска помощника пользователю требуется в микрофон произнести выбранную им во время обучения фразу. Также помощником можно воспользоваться, если нет возможности вводить данные вручную используя голосовой ввод данных.

Для удобства пользователей подсистема автоматизации учета рабочего времени работает на операционных системах Microsoft Windows и мобильных устройствах с операционными системами Android и iOS.

Для создания табелей, служебных и докладных записок, приказов и командировочных удостоверений требуется ввести основную информацию по сотрудникам, после можно создавать приказы и вести табеля.

Если пользователь с доступом для ведения табелей не соблюдает требования, руководителю предприятия в настроенный в системе срок приходит уведомление для принятия мер по устранению нарушений.

После утверждения руководителем предприятия приказов, табелей, служебных и докладных записок изменять и удалять утвержденные документы нет возможности.

Данная функциональность помогает обеспечить детальный контроль, легкость и правильность ведения учета рабочего времени кадровой отчетности.

М. К. Каменская
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

СОЗДАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Автоматизация учета рабочего времени упрощает работу отделу кадров и ответственным за ведение табелей на предприятии. Для входа в систему необходимо выбрать пользователя и ввести пароль.

После успешной аутентификации происходит вход в систему и можно приступать к работе. Существует четыре вида доступа к данным:

- руководитель;
- отдел кадров;
- ответственный за ведение табелей;
- бухгалтерия.

При разработке необходимо определить формат предоставленных данных. Информация предоставлялась в виде Word-файлов и Excel-файлов разных видов размещения информации. В Word-файлах хранятся приказы, служебные записки, докладные записки и командировочные удостоверения. В Excel-файлах хранятся табеля и основная информация о сотрудниках.

У каждого пользователя свой функционал и интерфейс.

Пользователь в отделе кадров, функционал, в котором можно создавать приказы, просматривать и корректировать табеля. Также распределяет пользователей ответственных за ведение табелей.

Пользователь ответственный за ведение табелей в функционале содержится доступ к составлению табелей, служебных и докладных записках.

У руководителя имеется возможность получать уведомления о ведении табелей, ограничивать доступ любым пользователям и утверждать отправленные документы, после чего изменять или удалять без ведома руководителя информацию запрещено.

Бухгалтерия имеет доступ к просмотру табелей, информации о сотрудниках и приказах.

Данное разделение функционала позволяет четко вести и контролировать процесс составления учета рабочего времени на строительном унитарном предприятии.

А. Ю. Качанов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **К. С. Бабич**, ст. преподаватель

АДАПТИВНАЯ ВЁРСТКА И ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ НА CSS

Современные веб-приложения требуют гибкости в отображении контента на различных устройствах. CSS (Cascading Style Sheets) играет ключевую роль в создании адаптивного дизайна и реализации динамических эффектов.

1. Адаптивная верстка позволяет сделать сайт удобным для использования на мобильных устройствах, планшетах и настольных компьютерах. Основные подходы включают:

- использование медиа-запросов (media queries) для изменения стилей в зависимости от ширины экрана;
- гибкие сетки (Flexbox, CSS Grid), позволяющие легко адаптировать расположение элементов;
- относительные единицы измерения (% , em, rem, vw, vh) ;
- оптимизация изображений через srcset и picture;

2. CSS предоставляет мощные возможности для анимации и интерактивности веб-страниц. Среди наиболее популярных технологий:

- CSS-анимации (@keyframes), позволяющие изменять свойства элементов плавно;
- переходы (transition), обеспечивающие анимированные изменения при наведении или клике;
- фильтры и эффекты (filter, box-shadow, backdrop-filter);
- использование hover, focus, active для создания интерактивных элементов;
- свойство transform (scale, rotate, translate) для анимированных преобразований.

3. Для демонстрации возможностей адаптивной верстки и динамических эффектов можно реализовать следующий код (рисунок 1).

```
.container{
  display: flex;
  justify-content: center;
  align-items: center;
  height: 100vh;
}

.button {
  background: linear-gradient(45deg, #fff6b6b, #f06595);
  padding: 10px 20px;
  border-radius: 8px;
  color: white;
  position: relative;
  transition: transform 0.3s ease-in-out, box-shadow 0.5s ease-in-out;
  box-shadow: 0 0 0 #rgba(255, 223, 0, 0); /* Изначально тень невидима */
}

.button:hover {
  transform: scale(1.5);
  box-shadow: 0 0 20px 10px #rgba(255, 223, 0, 0.7); /* Добавляем плавное свечение */
}

@media screen and (max-width: 768px) {
  .container {
    display: flex;
    justify-content: center;
    height: 100vh;
  }

  .button {
    margin-top: auto; /* Заставляет кнопку уходить в конец контейнера */
    align-self: center; /* Центрирует кнопку по горизонтали */
    margin-bottom: 40px; /* Отступ от низа */
  }
}
```

Рисунок 1 – Пример кода с адаптивной версткой и динамичными эффектами

В результате получается анимированная кнопка (рисунок 2), которая при наведении на нее увеличивается в размерах и вокруг нее появляется свечение (рисунок 3), а также изменяет свое положение: с центрального по горизонтали и вертикали - на положение внизу экрана, если размер экрана менее 768 пикселей (рисунок 4 (а), и также, при наведении курсора на кнопку, увеличивается и появляется свечение (рисунок 4 (б)).

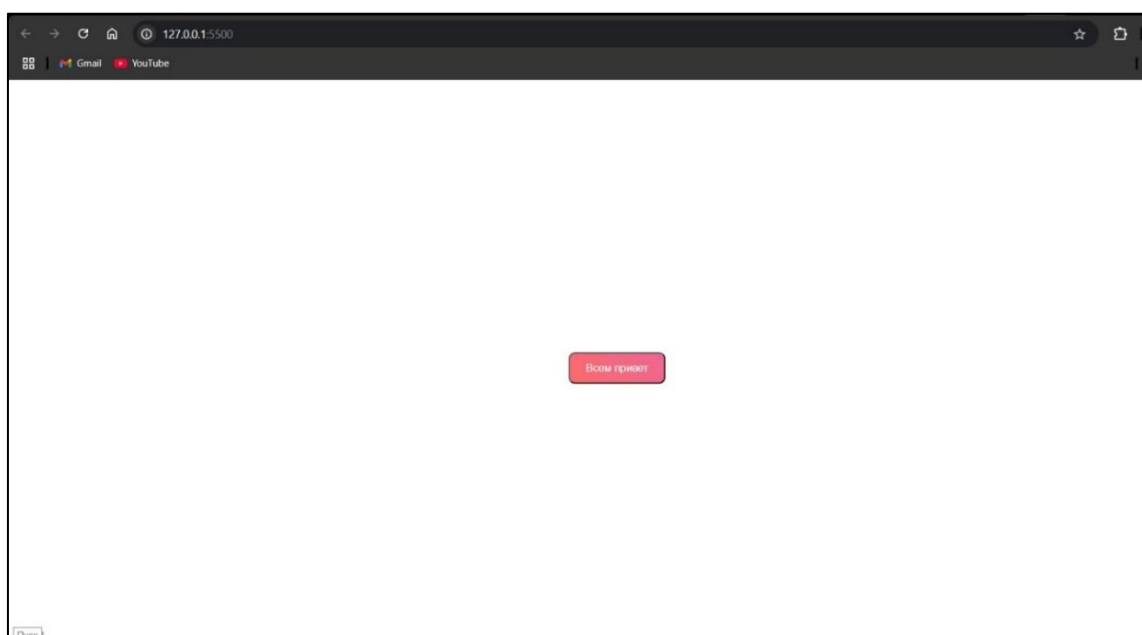


Рисунок 2 – Отображение страницы с размером экрана более 768 px

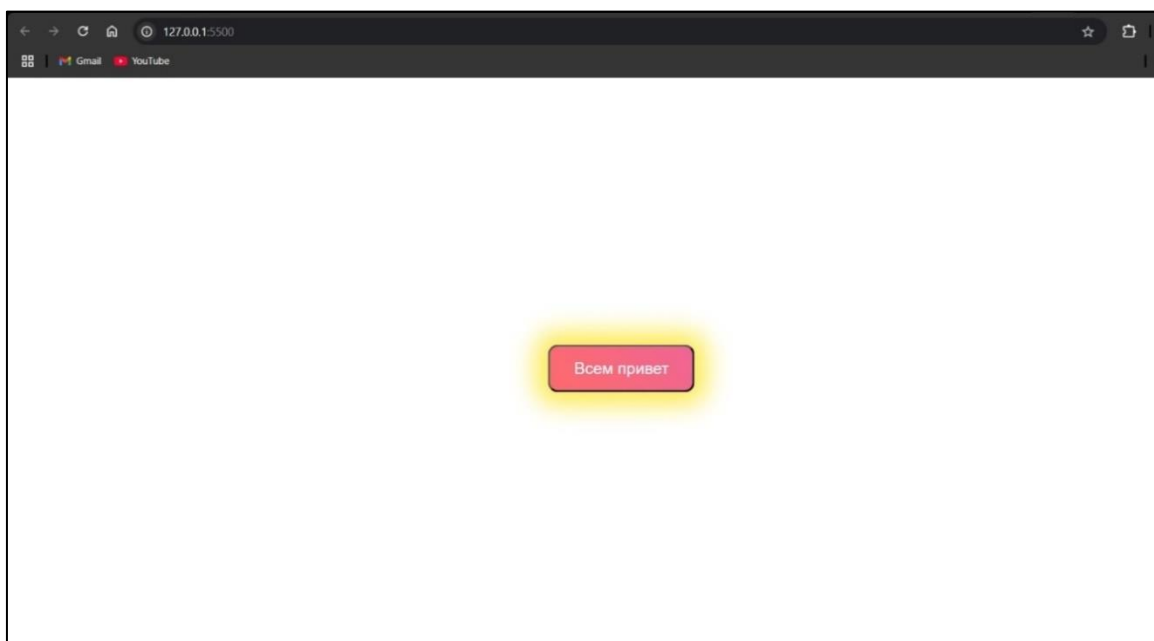
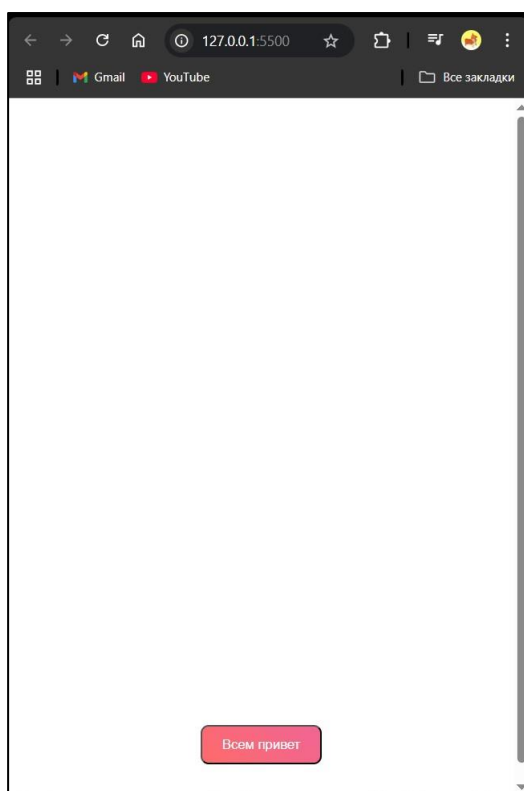
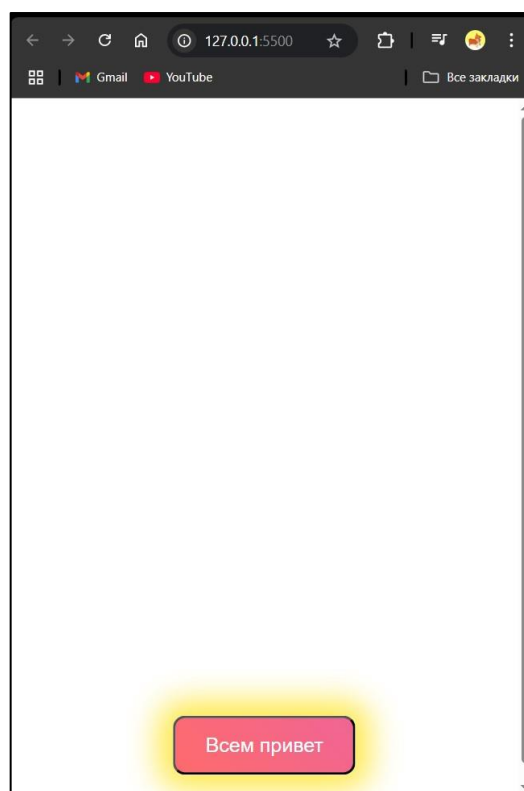


Рисунок 3 – Отображение страницы с размером экрана более 768 рх и курсором наведенным на кнопку



а



б

Рисунок 4 – а – отображение страницы с размером экрана менее 768 рх;
б – отображение страницы с размером экрана менее 768 рх и курсором наведенным на кнопку

4. Заключение

Применение адаптивной верстки и динамических эффектов на CSS позволяет улучшить пользовательский опыт и повысить вовлеченность аудитории. Развитие технологий CSS, таких как Flexbox, Grid и анимации, делает веб-страницы более удобными, кроссплатформенными и визуально привлекательными.

Литература

1. Фелке-Морес, Э. CSS: каскадные таблицы стилей для профессионалов / Э. Фелке-Морес. – 2020. – 786 с.
2. Ковер, К. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / К. Ковер. – 2018. – 640 с.
3. Мейер, Э. CSS. Подробное руководство / Э. Мейер. – 2019. – 704 с.

Е. В. Кичко

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **И. Г. Мотевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

СПЕКТРЫ ГКР ТРИПТОФАНА В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКЕ ПРИ РАЗНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОДА

Электрохимические методы нашли широкое применение в самых различных областях науки и техники. Одним из ключевых аспектов использования электродов является возможность контроля потенциала поверхности. Активация поверхности достигается путем проведения окислительно-восстановительного цикла. Параметры окислительно-восстановительного цикла (ОВЦ) и условия его проведения, при которых наблюдается максимальное усиление сигналов КР, зависят от типа металла и электрода, химической природы молекул [1] и от используемого электролита [2].

Анализ изменений потенциала поверхности электродов в процессе ОВЦ раскрывает сложную взаимосвязь между электрохимическими реакциями и физико-химическими свойствами исследуемых молекул. Особый интерес представляют процессы жизнедеятельности клеток, основанные на переносе электронов [3]. Работы по получению стабильных спектров ГКР указывают на важность выбора электролита и металла электрода, что позволяет достигать высокоинтенсивных сигналов без искажения структуры молекул.

Клеточные процессы, связанные с переносом электронов, являются актуальными [3]. Диагностика и терапия многих заболеваний базируются на изменениях окислительно-восстановительных свойств биологических молекул. Предполагается, что именно нарушение электронного транспорта между компонентами в жидкой среде клетки и внутриклеточными белками является ключевым фактором и одновременно регуляторным механизмом развития этих болезней [4]. Следовательно, электрофизическое состояние клеточных компонентов и разработка методов его определения – важная задача современной молекулярной биологии и биохимии. Одним из наиболее значимых параметров является окислительно-восстановительный потенциал белков, определяющий их способность к отдаче или приему электронов. Обычно его измеряют электрохимически, но этот метод трудно применить *in vivo* [3]. Таким образом, контроль электростатических полей на белках гарантирует новые подходы для глубокого понимания биохимических процессов и разработки эффективных диагностических методов.

С другой стороны исследование потенциал-зависимых спектров ГКР и их корреляция с обработкой спектров методами штарковской спектроскопии расширяет

возможности учета влияния потенциала поверхности и напряженности электрического поля на биологические объекты.

В качестве электролита в работе был использован щелочной раствор NaOH концентрации 0,1 М. Спектры ГКР Трп получены на 3D-сканирующем конфокальном микроскопе, совмещенном со спектрометром Nanofinder S.

На рисунке 1 представлены спектры ГКР триптофана, сорбированного на анодированной (подвергнутой ОВЦ) поверхности серебряного электрода при различных потенциалах.

Наличие π -электронной системы является хорошей предпосылкой сорбции молекулы на поверхности электрода. В спектрах ГКР, представленных на рисунке 1, в дополнение к колебаниям карбоксильных групп проявляются ещё и характеристические полосы колебаний ароматических колец.

Полосы 682 см^{-1} и 878 см^{-1} отражают колебания индольного кольца. Полоса при 682 см^{-1} обычно связывается с деформационными колебаниями кольца, в то время как полоса при 878 см^{-1} указывает на колебания связи C–H вне плоскости кольца.

При волновом числе 760 см^{-1} наблюдаются дыхательные колебания индольного кольца, соответствующие деформациям боковых цепей.

Деформационные колебания индольного кольца в триптофане также проявляются при 1007 см^{-1} и 1129 см^{-1} , где наблюдаются колебания, связанные с C–C и C–N связями.

Деформация угла связи гидроксильной группы OH наблюдается при 1323 см^{-1} и 1403 см^{-1} (симметричные колебания). А область 1403 см^{-1} является особо интересной из-за сочетания колебаний, связанных как с аминогруппами, так и с ароматическими системами.

В области 1236 см^{-1} в спектрах на рисунке 1 проявляются колебания, связанные с валентными колебаниями C–N и C–C связей.

При 1460 см^{-1} наблюдаются ассоциированные с деформационными колебаниями, связанными с группами CH_2 и CH групп. Эта полоса может отражать изменение конформации полипептидных цепей.

Что касается ароматических колец, они характеризуются несколькими ключевыми полосами. В частности, колебания C=C и колебания изогнутых C–H связей наблюдаются в области 1586 см^{-1} . Данная полоса испытывает смещение с 1592 см^{-1} до 1577 см^{-1} при изменении потенциала (от -0,65 до -0,05).

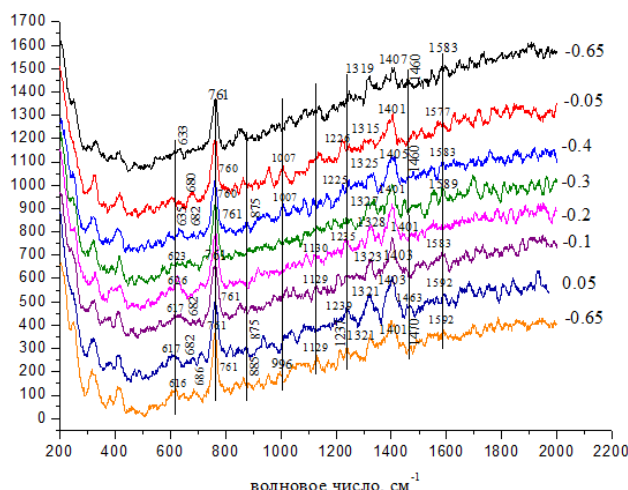


Рисунок 1 – Спектры ГКР триптофана в электрохимической ячейке при разных значениях потенциала электрода (указано справа)

Штарковские спектры, вычисленные как разностные спектры для полосы в районе 1586 см^{-1} , демонстрируют хорошее соответствие второй производной спектра ГКР при потенциале электрода 0.05 В в исследуемом диапазоне (рисунок 2). Это указывает на то, что рассматриваемый переход определяется исключительно вариацией дипольного момента соответствующей группы атомов, что свидетельствует о проявлении линейного эффекта Штарка благодаря наличию выраженного дипольного момента связи $\text{C}=\text{C}$.

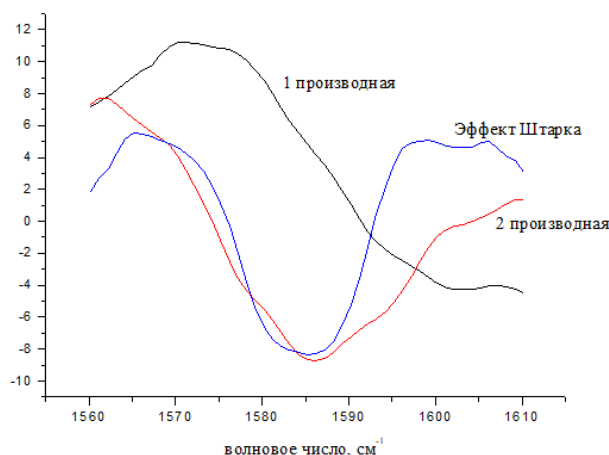


Рисунок 2 – Спектры Штарка для $\nu \sim 1586\text{ см}^{-1}$ в электрохимической ячейке при значениях потенциала электрода $-0,65$ и $0,05$

Анализ спектров ГКР аминокислоты Trp позволяет сделать следующие заключения:

1) увеличение коэффициента усиления КР обусловлено рядом факторов, которые действуют одновременно. Во-первых, это электромагнитные процессы, связанные с ростом силы локального электромагнитного поля на поверхности металла, вызванным возбуждением плазменных резонансов в мелких изолированных металлических частицах. Во-вторых, это локальные эффекты, связанные с прямым взаимодействием молекул с металлом;

2) аминокислота триптофана, обладающая ароматическим характером, может адсорбироваться как посредством карбоксильных и карбонильных групп, так и через ее ароматические боковые радикалы и гетероатомы в кольцевой структуре.

Литература

1. Cotton, T. M. Simultaneous Raman and cyclic voltammetry study of the redox behavior of 4,4'-bipyridine on silver / T. M. Cotton, M. Vavara. – Chem. Phys. Lett. – 1984. – V.106, № 6. – P.491–497.
2. Aubard, J. An ion-exchange reaction as measured by surface enhanced Raman spectroscopy on silver colloids / J. Aubard, E. Bagnasco, J. Pantigny, M. F. Ruasse, G. Levi, E. Wentrupbyrne. – Journal of Physical Chemistry. – 1995. – V.99. – № 18. – P.7075–7081.
3. Мартинович, Г. Г. Окислительно-восстановительные процессы в клетках / Мартинович Г. Г., Черенкевич С. Н. – Минск, 2008.
4. Мартинович, Г. Г. Внутриклеточный эффективный редокс-потенциал – новый фактор регуляции клеточных процессов / Мартинович Г. Г., Черенкевич С. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1. 2004. – № 1. С. 28–36.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МУТАЦИИ SPRING DATA ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ SQL-ЗАПРОСОВ

Spring Data JPA реализует декларативный подход к формированию SQL-запросов посредством анализа сигнатур методов в интерфейсах репозитория. Данный механизм основан на конвенциональном парсинге имён методов, что позволяет абстрагироваться от явного написания JPQL или SQL-кода. Процесс трансляции включает фазы, представленные на рисунке 1.

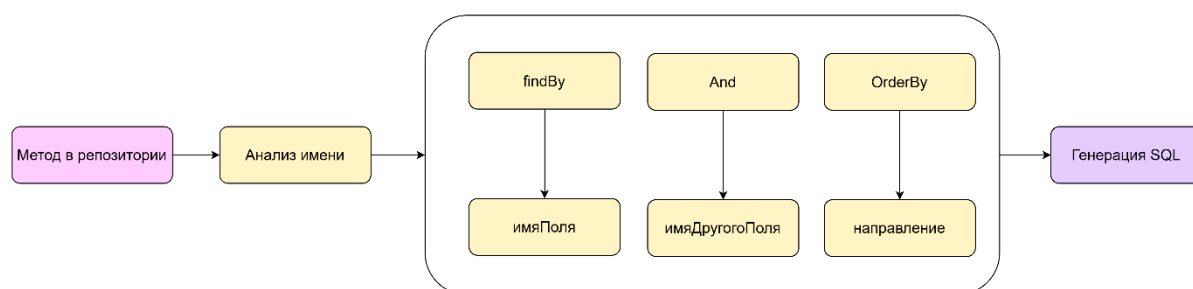


Рисунок 1 – Механизм преобразования имени метода в SQL

Простым примером механизма является формирование запроса на выборку по параметру. Класс `UserRepository` наследует функциональность `JpaRepository<User, Long>`, где `User` – сущность JPA, связанная с таблицей `user` в БД, а `Long` — тип первичного ключа сущности. Метод `findByEmail` декларирует запрос для выборки данных. Токен `findBy` – индикатор операции выборки (аналог `SELECT` в SQL). Токен `Email` — ссылка на атрибут `email` сущности `User`. Имя атрибута должно строго соответствовать полю сущности (с учётом регистра `CamelCase`). Код метода представлен в листинге 1.

Листинг 1

```
public interface UserRepository extends JpaRepository<User, Long> {  
    List<User> findByEmail(String email);  
}  
//SELECT * FROM user WHERE email = ?
```

Принцип генерации запроса включает 3 шага: семантический разбор имени метода, формирование предиката, трансляция в SQL.

Семантический разбор имени метода Spring Data JPA выполняет лексическую декомпозицию на ключевые слова (`findBy`) и атрибуты сущности (`Email`). Далее происходит валидация существования атрибута `email` в классе `User`.

Формирование предиката происходит посредством генерации условия фильтрации: `WHERE email = ?`. Параметр `?` связывается с аргументом метода `String email` через позиционное соответствие.

Последний этап генерации запроса заключается в трансляции полученных данных в SQL. Для сущности `User`, размеченной аннотацией `@Entity`, ORM (Hibernate) преобразует запрос в: `SELECT * FROM user WHERE email = ?`. Нужно иметь в виду, что изначально генерируется JPQL-запрос `SELECT u FROM User u WHERE u.email = :email`, который адаптируется к диалекту используемой СУБД.

М. А. Коваленко¹, О. О. Мазур²
(ИММС НАН Беларуси, Гомель¹; ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель²)
Науч. рук. **В. А. Гольдаде**, д-р техн. наук, профессор

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ ПОЛИПРОПИЛЕН–ПОЛИФЕНИЛЕНСУЛЬФИД

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию электрических свойств полимерных композитов, в которых в качестве наполнителей используются материалы различной природы – проводящие (металлы, углерод) [1, 2], диэлектрические (оксид графена) [3], карбонизированные древесные волокна [4], углеродные нанотрубки [5, 6] и другие наноструктурированные наполнители [7]. Введение наполнителей, а также использование смесей полимеров позволяет регулировать механические, электрические, оптические свойства полимера, получая материалы с заданными характеристиками.

Целью настоящей работы является исследование электрических свойств образцов из композитов на основе смесей полипропилена и полифениленсульфида.

В работе использованы полипропилен (ПП) марки 4445S (Россия) и полифениленсульфид (ПФС) марки NHU-PPS (Китай). Смешение полимеров осуществляли в двухшнековом экструдере марки SuPlast 25/2 (Китай). Экструдированный полимерный прут охлаждали и дробили, а полимерные гранулы использовали для изготовления образцов. Образцы в виде пленок толщиной 150–170 мкм получали методом горячего прессования. Исследовали образцы из композитов на основе ПП, содержащих ПФС в следующих концентрациях, масс. %: 0 (без наполнителя); 10; 20; 35.

Для определения температурной зависимости электропроводности материалов образцы переводили в электретное состояние, подвергая обработке в поле коронного разряда при потенциале коронирующего электрода (иглы) -6,5 кВ (рисунок 1). Величину начальной электретной разности потенциалов U_3 регулировали с помощью сетки, помещенной в воздушный зазор между иглой и образцом. Заряжение проводили при комнатной температуре в течение 2 минут. При равенстве потенциалов поверхности образца и сетки перенос ионов из области разряда прекращается, что позволяет определить значение U_3 .

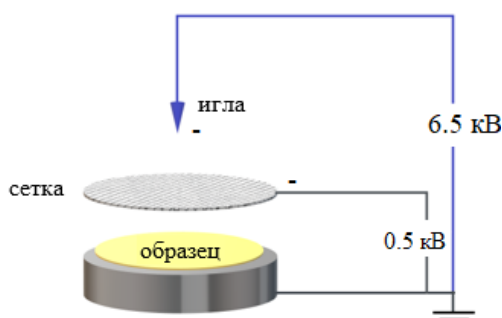


Рисунок 1 – Схема зарядки образцов в коронном разряде

Полярность и величину эффективной поверхностной плотности заряда (ЭППЗ) определяли с помощью измерителя параметров электростатического поля ИПЭП-1 (Беларусь).

Предполагая, что релаксация приповерхностного гомозаряда происходит за счет собственной проводимости диэлектрика, можно рассчитать температурную зависимость удельной электропроводности материала по формуле

$$\gamma(T) = \frac{-\varepsilon \varepsilon_0 \beta}{U_3(T)} \cdot \frac{dU_3}{dT}, \quad (1)$$

где β – скорость нагрева, К/с;

ε_0 – электрическая постоянная;

ε – диэлектрическая проницаемость композита.

Диэлектрическая проницаемость композиционных материалов была рассчитана по формуле Лихтенеккера [8]:

$$\lg \varepsilon = \theta_1 \cdot \lg \varepsilon_1 + \theta_2 \cdot \lg \varepsilon_2, \quad (2)$$

где ε_1 и ε_2 – диэлектрические проницаемости компонентов,

θ_1 и θ_2 – объемные концентрации первого и второго компонентов.

Результаты расчета с учетом плотностей ПП и ПФС приведены в таблице 1. Видно, что с увеличением концентрации ПФС наблюдается небольшой рост диэлектрической проницаемости композита (у чистого ПФС диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 3,9$).

Таблица 1 – Диэлектрическая проницаемость ПП и композитов

Материал	Чистый ПП	ПП + 10 % ПФС	ПП + 20 % ПФС	ПП + 35 % ПФС
ε	2,20	2,25	2,30	2,39

Из соотношения 1 получены зависимости удельной электропроводности диэлектрических материалов от температуры (рисунок 2 (а)).

Обращает на себя внимание различие в температурных зависимостях электропроводности чистого ПП (1) и композитов ПП+ПФС. У ПП электропроводность плавно уменьшается с ростом температуры, а у композитов на графиках $\lg \gamma$ от обратной температуры наблюдается излом при температуре примерно 110÷115 оС. Такой вид графиков можно объяснить с точки зрения механизма ионной проводимости диэлектриков. Ионная проводимость диэлектрика часто реализуется по двум механизмам [9]: при низких температурах она обусловлена примесями, а при высоких – связана с перемещением основных ионов вещества. Зависимость $\gamma(T)$ в этом случае имеет вид:

$$\gamma = A_1 \exp\left(-\frac{E_1}{kT}\right) + A_2 \exp\left(-\frac{E_2}{kT}\right), \quad (3)$$

где A_1 и A_2 – коэффициенты, не зависящие от температуры T ; E_1 и E_2 – энергии активации двух механизмов проводимости, причем $\lg \varphi_1 = E_1$ и $\lg \varphi_2 = E_2$.

График функции (3) в логарифмических координатах состоит из двух отрезков с разными наклонами к оси температур. На рисунок 2 (б) график кривой 3 аппроксимирован двумя пересекающимися отрезками с разными наклонами к оси температур. Высокотемпературный участок кривой (соответствует второму слагаемому уравнения 2) характеризует собственную проводимость диэлектрика. График в низкотемпературной области имеет более слабый наклон ($E_1 < E_2$), так как проводимость диэлектрика при этих температурах определяется в основном природой и концентрацией примесей (в данном случае – ПФС). Низкотемпературную проводимость можно характеризовать как «структурно чувствительную», или примесную.

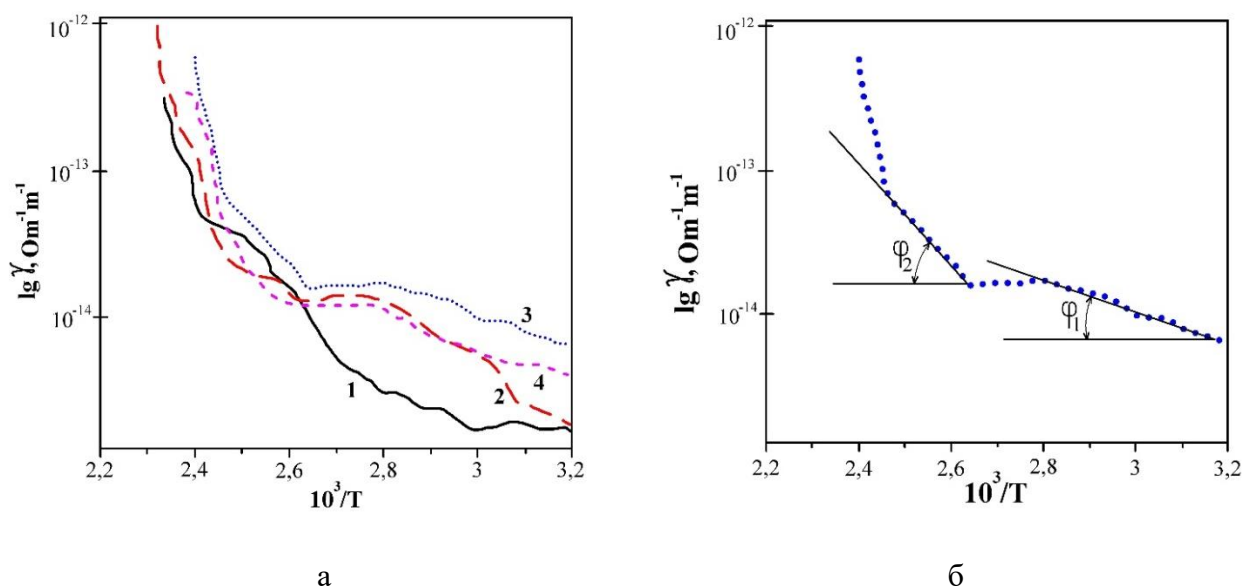


Рисунок 2 – Зависимость удельной электропроводности исследованных материалов от обратной температуры: а – 1 – ПП, 2 – ПП + 10 % ПФС, 3 – ПП + 20 % ПФС, 4 – ПП + 35 % ПФС; б – аппроксимация кривой 3 линейными отрезками

Таким образом, показано, что у ПП электропроводность плавно уменьшается с ростом температуры, а у композитов ПП/ПФС на графиках $\lg \gamma$ от обратной температуры наблюдается излом при температуре примерно $110 \div 115$ оС. Высокотемпературный участок кривой соответствует собственной проводимости диэлектрика, а низкотемпературный участок характеризует «структурно чувствительную», или примесную проводимость.

Литература

1. Mamunya, Ye. P., Davydenko V. P., Pissis P., Lebedev E.V. Electrical and thermal conductivity of polymers filled with metal powders // *European Polymer Journal*, 2002, vol. 38(9). – pp. 1887–1897. DOI: 10.1016/S0014-3057(02)00064-2
2. Mamunya, Y., Matzui L., Vovchenko L., Maruzhenko O., Oliynyk V., Pusz S., Kumanek B., Szeluga U. Influence of conductive nano- and microfiller distribution on electrical conductivity and EMI shielding properties of polymer/carbon composites // *Composites Science and Technology*. – 2019. – Т. 170. – С. 51–59.
3. Gudkov, M.V., Ryvkina, N.G., Gorenberg, A.Y., Melnikov, V.P. Electrically conductive nanocomposites with segregated structure based on poly (vinylidene fluoride-co-tetrafluoroethylene) and reduced graphene oxide // *Doklady Physical Chemistry*. - Pleiades Publishing, 2016. – Т. 466. – №. 1. – С. 1–3.
4. Woo Young Kim, Ji-un Jang, Hun Su Lee, Seong Yun Kim. Electrical conductivity of polymer composites based on carbonized wood flour via plasma post-treatment as an effective and economical filler // *Polymer composite*, 2021. – Vol. 42. – Iss. 9. – pp. 4814–4821. <https://doi.org/10.1002/pc.26191>.
5. Luo, X., Yang G., Schubert D.W. Electrically conductive polymer composite containing hybrid graphene nanoplatelets and carbon nanotubes: synergistic effect and tunable conductivity anisotropy // *Advanced Composites and Hybrid Materials*. – 2022. – Т. 5. – №. 1. – С. 250–262.
6. Yasser Zare, Kyong Yop Rhee. Calculation of the Electrical Conductivity of Polymer Nanocomposites Assuming the Interphase Layer Surrounding Carbon Nanotubes // *Polymers*, 2020, vol. 12(2), 404; <https://doi.org/10.3390/polym12020404>.

7. Farah Badrul, et al. Current advancement in electrically conductive polymer composites for electronic interconnect applications: A short review. // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 2019, vol. 701, 012039. DOI 10.1088/1757-899X/701/1/012039.

8. Эдвабник, В. Г. К теории обобщенной проводимости смесей // Современные проблемы науки и образования. / В. Г. Эдвабник. – 2015. – № 1–2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19855>.

9. Борисова, М. Э. Физика диэлектриков / М. Э. Борисова, С. Н. Койков. – Ленинград : ЛГУ, 1979. – 240 с.

В. В. Козликовская

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. М. Березовская**, канд. физ.-мат. наук

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ UI/UX ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ “FOR ALL INTO LIFE”

Эффективное обучение через мобильные приложения требует продуманного пользовательского интерфейса (UI) и удобного пользовательского опыта (UX). Ключевые принципы проектирования UI/UX для мобильного приложения “For All Into Life” (далее “FAIL”) направлены на помощь молодежи в адаптации ко взрослой жизни. Важными аспектами являются упрощение сложных тем, вовлечение пользователей и создание интуитивно понятного интерфейса.

Современные технологии открывают новые возможности для самообразования, однако успешность образовательных мобильных приложений во многом зависит от удобства их интерфейса. “FAIL” разрабатывается как инструмент, который поможет молодым людям осваивать ключевые аспекты взрослой жизни, такие как финансы, бюрократия, юридическая грамотность, трудоустройство и бытовые навыки (рисунок 1).

Ключевые принципы UI/UX для “FAIL”

1. Простота и минимализм

- Использование лаконичного дизайна без избыточных элементов для снижения когнитивной нагрузки.
- Четкая визуальная иерархия, позволяющая пользователю быстро находить нужные разделы.

2. Интерактивность и вовлечение

- Применение персонализированных рекомендаций и адаптивного контента для повышения вовлеченности.
- Интерактивные сценарии и симуляции реальных жизненных ситуаций, например, таких как заполнение налоговой декларации или подача документов на госуслугах.

3. Доступность и адаптивность

- Оптимизация интерфейса для различных устройств и экранов, включая iOS и Android.
- Инклюзивный дизайн, учитывающий потребности пользователей с ограниченными возможностями.

4. Структурированность информации

- Разделение контента на логические блоки, обеспечивающее пошаговое обучение.
- Визуальные подсказки, инфографика и интерактивные элементы для упрощения сложных тем.

5. Обратная связь и персонализация

- Возможность адаптировать контент под индивидуальные потребности пользователя.
- Интерактивные подсказки, чат-бот для ответов на вопросы и персонализированные уведомления о важных событиях.

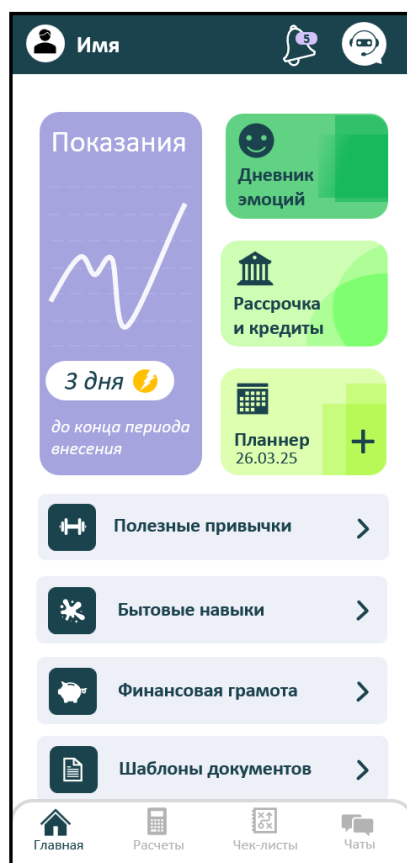


Рисунок 1 – Главный экран мобильного приложения “For All Into Life”

Грамотно спроектированный UI/UX – основа успешного мобильного приложения “FAIL”. Упрощение сложных тем, вовлечение пользователей и адаптивность интерфейса позволяют сделать процесс обучения эффективным и комфортным. Применение описанных принципов обеспечит востребованность приложения и его полезность для молодежи, стремящейся к осознанному и самостоятельному вхождению во взрослую жизнь.

О. В. Козлов

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **И. Л. Стефановский**, ст. преподаватель

ЧАТ-БОТ ПАЦИЕНТА УЧРЕЖДЕНИЯ «ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТНАЯ ДЕТСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА» С ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОДБОРА ВРАЧА

Темой данной научной работы является разработка телеграмм-бота для медицинского учреждения, направленного на оптимизацию процессов взаимодействия между пациентами и медицинским персоналом. В рамках исследования будет проведен анализ существующих решений и определены ключевые функциональные требования к боту.

Функционал телеграмм-бота для медицинского учреждения включает несколько ключевых возможностей, направленных на оптимизацию взаимодействия между пациентами и медицинским персоналом. Основной функцией бота является возможность записи на прием к врачу в удобное для пациента время. Пользователь сможет выбирать врача и доступные слоты, а система будет автоматически обновлять информацию, минимизируя конфликты.

Кроме того, бот предоставит полную информацию о доступных медицинских услугах, включая описание процедур, их стоимость и подготовку, что позволит пациентам лучше ориентироваться в предлагаемых вариантах. Встроенный раздел с часто задаваемыми вопросами обеспечит мгновенный доступ к ответам на распространенные запросы, связанные как с медицинскими услугами, так и с административными вопросами, такими как график работы и правила приема.

Бот также будет содержать информацию о различных заболеваниях, их симптомах и методах лечения, что поможет пользователям лучше понимать свое состояние и принимать обоснованные решения о необходимости обращения к врачу. Возможность оставлять отзывы о качестве обслуживания позволит медицинскому учреждению оперативно реагировать на замечания и улучшать качество предоставляемых услуг, укрепляя доверие пациентов.

Дополнительно, бот будет оснащен функцией массовой рассылки уведомлений, что позволит учреждению информировать пациентов о новых услугах, изменениях в расписании и предстоящих мероприятиях. Это обеспечит высокий уровень информированности и улучшит взаимодействие с пользователями. Важным аспектом работы бота станет его интеграция с внутренними системами управления больницей, что гарантирует актуальность информации о расписании, доступных услугах и записях на прием, избегая ошибок и повышая качество обслуживания.

Потенциал к развитию проекта телеграмм-бота для больницы обширен и многообещающ. Первоначально разработанный бот может стать основой для расширения функционала и внедрения новых возможностей, что позволит значительно повысить качество обслуживания и удовлетворенность пациентов.

Одним из направлений дальнейшего развития является интеграция с системами электронных медицинских записей (ЭМЗ). Это позволит автоматизировать процессы, связанные с ведением медицинской документации, обеспечив врачей актуальной информацией о состоянии пациентов и их истории болезни. В результате врачи смогут принимать более обоснованные решения на основе полной картины здоровья пациента.

Интеграция искусственного интеллекта в проект телеграмм-бота для больницы позволит автоматизировать обработку запросов пациентов и предоставлять персонализированные рекомендации, основываясь на их предпочтениях и истории взаимодействий. Кроме того, ИИ сможет анализировать большие данные для выявления паттернов в обращениях и состоянии здоровья, что повысит эффективность медицинского обслуживания и улучшит качество предоставляемых услуг.

Кроме того, можно рассмотреть возможность добавления функции телемедицины. Это позволит проводить онлайн-консультации, где пациенты смогут получать медицинскую помощь без необходимости посещения учреждения. Внедрение видеозвонков или текстовых консультаций через бот будет способствовать более доступному и удобному получению медицинских услуг.

Литература

1. Бушмелева, К. Бот в помощь. Книга-практикум по созданию чат-ботов и автоматизации бизнеса [Электронный ресурс] / 2023. – Режим доступа: <https://www.litres.ru/book/kseniya-grigorevna-b/bot-v-pomosch-kniga-praktikum-po-sozdaniu-chat-botov-68765676>. – Дата доступа: 25.03.2025.

2. Лекун, Я. Как учиться машина. Революция в области нейронных сетей и глубокого обучения [Электронный ресурс] / 2023. – Режим доступа: <https://www.litres.ru/book/yan-lekun/kak-uchitsya-mashina-revoluciya-v-oblasti-neyronnyh-setey-i-glub-66361966>. – Дата доступа: 22.03.2025.

Д. И. Коплынов, А. И. Новик

(БрГТУ, Брест)

Науч. рук. **Н. Н. Ворсин**, канд. физ.-мат. наук, доцент

МАГНИТНЫЙ ТОЛЩИНОМЕР ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТЕНОК (МТДС)

Задача построения стеночных толщиномеров (рисунок 1) не является новой. Существуют весьма солидные производственные компании, специализирующиеся на выпуске данных приборов, например [1]. Проблема заключается в том, что стоимость такой продукции оказывается чрезмерной для наших предприятий. Так магнитный стенкомер FH-7200 стоит от 7000 до 9000 \$. При этом тайны устройства и принципа действия (вполне очевидного) охраняются столь ревностно, что даже добраться до инструкции по эксплуатации оказывается очень трудно. Впрочем, устройство прибора для нас ясно. Основным элементом данных приборов является датчик Холла, установленный на вершине сильного постоянного магнита. Этот магнит притягивает через измеряемую стенку ферромагнитный шарик – индуктор, центрируя его над датчиком. Одновременно происходит намагничивание индуктора, который создаёт собственное магнитное поле. Индукция этого поля измеряется датчиком Холла, и по результатам этого измерения формируется оценка толщины стенки.



Рисунок 1 – Внешний вид МТДС

Использование датчика Холла для измерения поля индуктора представляется естественным. Однако такое построение, по нашему мнению, не является безупречным по следующим причинам:

Датчик Холла является хрупким устройством и нуждается в защитном колпачке, который создаёт неустранимый зазор между датчиком и индуктором, уменьшая диапазон изменений сигнала датчика.

Сигнал датчика Холла является сигналом постоянного тока. Это создаёт трудности для его измерений, поскольку вблизи нулевой частоты велика спектральная плотность избыточных шумов со спектром $1/f$, присущая всем электронным приборам.

Максимальный диапазон изменения сигнального напряжения датчика Холла при приближении индуктора из далека до минимального расстояния составляет десятки милливольт. Столь малая величина максимального диапазона в совокупности с трудностями усиления сигнала постоянного тока и высоким уровнем избыточного шума ограничивает разрешающую способность прибора, особенно при измерениях толщин, близких к верхней границе диапазона измерений.

Суть предлагаемого нами решения заключается в замене датчика Холла на индуктивный датчик в виде катушки, намотанной на дополнительном ферромагнитном сердечнике и закреплённой на торце цилиндрического постоянного магнита. На рисунке 2

показана конструкция такой измерительной головки. Постоянный цилиндрический магнит – 6 притягивает ферромагнитный шарик – 1 через измеряемую стенку – 2 и вынуждает его занять максимально близкое положение к центру катушки индуктивности – 4. Индуктивность этой катушки зависит от близости к ней ферромагнитного шарика и, следовательно, от толщины измеряемой стенки. Конусный ферромагнитный сердечник катушки – 5 усиливает эту зависимость. Твёрдосплавный шарик – 3, установленный на вершине сердечника, улучшает его износостойкость.

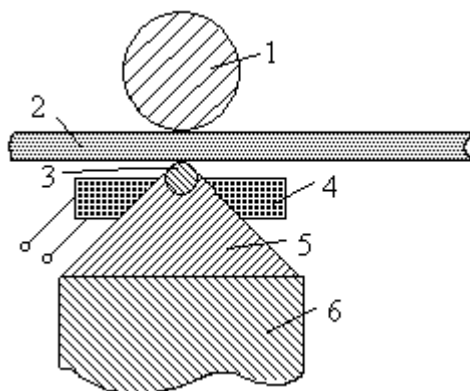


Рисунок 2 – Конструкция индуктивного датчика: 1 – ферромагнитный шарик – индуктор; 2 – измеряемая стенка; 3 – упрочняющий шарик; 4 – многovitковая катушка индуктивности; 5 – ферромагнитный конус-сердечник катушки

Расчёты и опыты показывают, что по величине относительного диапазона изменения сигнальной величины индуктивный датчик не уступает датчику Холла. Такие параметры измерительной головки как размеры, диапазон измеряемых толщин, величина центрирующей силы при переходе к индуктивному датчику остаются прежними. Однако приобретаются следующие качества:

1. Измерение индуктивности осуществляется на переменном токе достаточно высокой частоты, что позволяет избавиться от шумов со спектром $1/f$ и значительно уменьшить флуктуации результатов измерений. Это улучшает разрешающую способность прибора.

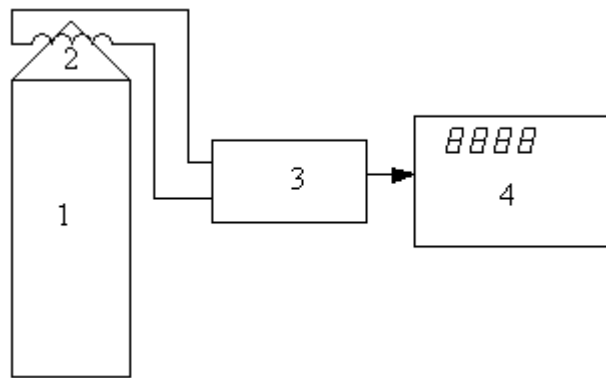
2. Конструкция головки приобретает прочность. Удары по наконечнику головки, фатальные для неё при использовании датчика Холла, не приносят вреда индуктивному датчику.

3. Стоимость измерительной головки и всего прибора уменьшается в разы.

4. Упрощается оцифровка результата измерений, что также уменьшает стоимость прибора.

Структурная схема стенкомера с индуктивным датчиком показана на рисунке 3. Она состоит из трех блоков: измерительной головки – 1 с индуктивным датчиком – 2, резистивно-индуктивного генератора импульсов (R-L-генератор) – 3, использующего индуктивность измерительной катушки, и микроконтроллера узла формирования результата измерений – 4. R-L-генератор вырабатывает периодический импульсный сигнал, в котором частота следования импульсов – f определяется сопротивлением внутреннего резистора – R и индуктивностью катушки измерительной головки – L .

Формирователь результата измеряет частоту следования импульсов путём подсчёта их количества за заданное время. Далее полученное число используется для формирования результата измерения по имеющимся в памяти микроконтроллера результатам калибровки прибора. Можно показать [2], что зависимость индуктивности катушки измерительной головки L от расстояния между её вершиной и ферромагнитным шариком h весьма точно выражается следующей формулой



1 – постоянный магнит; 2 – ферромагнитный наконечник с катушкой;
3 – индуктивно-резистивный генератор импульсов; 4 – электронный узел

Рисунок 3 – Структурная схема МТДС

$$L = L(\infty) \left(1 + \frac{1}{b_0 + b_1 h + b_2 h^2 + b_3 h^3} \right).$$

В данной формуле $L(\infty)$ – индуктивность катушки при достаточно большом удалении шарика, b_0, b_3 – постоянные коэффициенты для имеющейся измерительной головки. При этом частота следования импульсов f , вырабатываемых резистивно-индуктивным генератором выразится аналогичной формулой

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f(\infty)} \left(1 + \frac{1}{b_0 + b_1 h + b_2 h^2 + b_3 h^3} \right).$$

В которой $f(\infty)$ – частота сигнала генератора при большом удалении шарика. Отсюда следует уравнение для вычислений толщины измеряемой стенки h .

$$b_0 + b_1 h + b_2 h^2 + b_3 h^3 = \frac{f}{f - f(\infty)}.$$

Для определения 5 параметров: $b_0, b_1, b_2, b_3, f(\infty)$ необходима предварительная калибровка, которая состоит в измерении 5 стенок с известными (эталонными) толщинами. После этого из системы пяти линейных уравнений вычисляются все параметры и запоминаются в энергонезависимой памяти. В ходе измерений полученная частота сигнала генератора f подставляется в последнюю формулу и из кубического уравнения, в котором все коэффициенты известны, вычисляется h и выводится на индикацию.

Принципиально важным моментом построения индуктивного датчика является сохранение достаточной дифференциальной магнитной проницаемости ферромагнитного сердечника, который размещается в сильном поле постоянного магнита и оказывается в состоянии, близком к магнитному насыщению. Видимо, наилучшим материалом является высокопроницаемое порошковое железо (Iron Powder) или железоникелевый порошок (High Flux). Мы не располагали данными материалами и изготовили сердечник из альсифера, получив при этом хорошие результаты.

Несмотря на громоздкие рассуждения и формулы конструкция и электрическая схема стенкомера оказываются очень простыми, а его изготовление весьма дешёвым.

Вся сложность поглощается программой микроконтроллера, который также может быть простым и дешёвым. Нами использован восьмиразрядный МК pic16F628.

Литература

1. The FH7200 & FH7400 is a portable thickness measuring device [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.checkline.com/wall_thickness_gauges/FH%20Series. – Дата доступа: 29.03.2024.
2. Бухгольц, Г. Расчёт электрических и магнитных полей / Г. Бухгольц – М. : Издательство иностранной литературы, 1961. – 712 с.

А. Д. Кулинич

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. А. Лукашевич**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КАФЕ НА ПЛАТФОРМЕ GLIDE

MyCaffe – это приложение, разработанное на платформе Glide, которое автоматизирует процесс бронирования столиков и оформления заказов в кафе. Оно обеспечивает комфортное взаимодействие между клиентами и заведением, позволяя посетителям заранее планировать визит и заказывать блюда.

Основные функции приложения:

1. Онлайн-бронирование столиков:

Посетители могут выбрать удобное время и дату, чтобы забронировать столик, исключая необходимость звонков.

2. Предварительный выбор блюд:

Пользователи получают доступ к меню с описанием блюд, составом, ценами и фотографиями. Это позволяет заранее выбрать и заказать нужные позиции, указав их количество.

3. Интеграция с кафе:

Администрация видит все заказы в режиме реального времени и готовит их к приходу клиента, обеспечивая точность и скорость обслуживания.

Преимущества Glide в MyCaffe:

Glide предоставляет удобные инструменты для создания адаптивных и функциональных приложений. Для MyCaffe платформа обеспечила:

- интеграцию с Google Таблицами, что позволяет мгновенно обновлять данные;
- удобное добавление изображений и описаний блюд;
- гибкость в настройке дизайна и функционала под нужды кафе.

Преимущества для пользователей и кафе:

- клиенты: экономия времени, возможность изучить меню и сделать заказ заранее;
- кафе: улучшенная организация работы, снижение нагрузки на персонал, повышение качества обслуживания.

Можно заключить, что созданное на базе Glide мобильное приложение MyCaffe является современным решением, делая посещение кафе более удобным и приятным. Оно не только упрощает взаимодействие с клиентами, но и помогает заведениям оптимизировать внутренние процессы.

Литература

1. Платформа для создания приложений Glide [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: <https://www.glideapps.com>. – Дата доступа: 24.11.2024.
2. Документация Glide: Руководства и примеры [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: <https://docs.glideapps.com>. – Дата доступа: 24.11.2024.

Е. М. Кучинская, И. Ю. Помас

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. А. Зайкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ ДОСТАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОСЕРВИСА ANYLOGISTIX

Рост электронной коммерции усиливает необходимость оптимизации последней мили доставки – наиболее затратного и сложного этапа логистической цепи. Работа посвящена исследованию методов маршрутизации и применению платформы AnyLogistix для повышения эффективности логистических операций. Рассмотрены алгоритмы оптимизации, особенности последней мили, факторы, влияющие на маршруты, а также выполнено практическое моделирование цепи поставок с анализом результатов.

Последняя миля доставки - это финальный этап транспортировки товара от распределительного центра к потребителю. Он характеризуется высокой стоимостью (до 50 % всей логистики), логистической сложностью, экологическими рисками и возрастающими требованиями клиентов. В таких условиях актуальны цифровые инструменты, способные учитывать множество факторов: географию, временные окна, загрузку дорог и предпочтения клиентов.

AnyLogistix (ALX) – программная платформа, сочетающая методы оптимизации, имитационного моделирования и визуализации, позволяющая проектировать, тестировать и оптимизировать логистические цепи. Цель данной работы – показать применение AnyLogistix для анализа маршрутов последней мили и выявить его сильные и слабые стороны.

Методы маршрутизации и модели

На практике применяются следующие алгоритмы:

- *ближайший сосед (Nearest Neighbor)*: простая эвристика, но не дающая глобального оптимума;
- *ветви и границы (Branch and Bound)*: точный, но плохо масштабируемый метод;
- *генетические алгоритмы*: эффективны для больших сетей, но ресурсоёмки.

Ключевые математические модели:

- *задача коммивояжера (TSP)*: построение кратчайшего маршрута через все точки;
- *задача маршрутизации транспортных средств (VRP)*: учитывает количество автомобилей, вместимость и временные ограничения.

Факторы, влияющие на оптимизацию:

1. Трафик и погодные условия.
2. Плотность застройки и запреты на движение.
3. Расположение клиентов и характер грузов.
4. Гибридные схемы доставки - пункты самовывоза, дроны и т.д.

Обзор AnyLogistix

AnyLogistix - программный продукт от The AnyLogic Company для моделирования, оптимизации и анализа цепей поставок. Основной функционал:

- моделирование с учётом географии, пропускной способности, затрат;
- оптимизация логистических решений на базе линейного программирования и имитации;

- анализ чувствительности к спросу и ценам;
- визуализация результатов в виде карт, диаграмм, панелей KPI.

Практическое моделирование

Построена модель глобальной цепи поставок с распределительными центрами в США (Austin, Houston, Las Vegas, Port Norfolk), охватывающая клиентов в Северной Америке. Учитывались параметры: спрос, типы продукции, транспорт, затраты, пропускная способность.

Результаты

На панели результатов отражены итерации оптимизации:

- **Iteration 1:** убыток -1,349,702 у.е.;
- **Iteration 2:** убыток -1,855,796 у.е.

Показатели указывают на ухудшение эффективности при формально «оптимизированной» схеме. Это подчёркивает необходимость учёта критических параметров, корректных данных и экспертной настройки моделей.

Визуализация показала загруженность маршрутов, затраты по объектам, активные распределительные центры и уровень потока продукции.

Оценка AnyLogistix

Преимущества:

- гибкое моделирование и анализ;
- интуитивный интерфейс с мощной визуализацией;
- возможность сравнения различных сценариев;
- интеграция с внешними ERP/CRM системами.

Ограничения:

- сложность освоения для новичков;
- требования к качеству входных данных;
- ограничения бесплатной версии (PLE) по функционалу.

Заключение

AnyLogistix – мощный инструмент для проектирования и оптимизации логистических цепей, особенно актуален для анализа последней мили доставки. Однако даже при наличии продвинутых алгоритмов результаты могут ухудшиться при ошибках в исходных данных или неверной настройке модели. Это подчёркивает необходимость комплексного и вдумчивого подхода.

Для повышения эффективности платформы стоит развивать обучающие материалы, шаблоны типовых сценариев и инструменты валидации данных. AnyLogistix показывает себя не как «волшебное решение», а как экспертная платформа для анализа и принятия обоснованных управленческих решений.

Литература

1. Князев, С. В. Логистика и управление цепями поставок / С. В. Князев. – М. : Инфра-М, 2020.
2. Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management / M. Christopher. – Pearson Education, 2016.
3. Bektas, T. The multiple traveling salesman problem: An overview of formulations and solution procedures / T. Bektas // Omega. – 2006.
4. Русаков, А. В. Имитационное моделирование в логистике / А. В. Русаков. – СПб. : Питер, 2021.
5. Официальная документация AnyLogistix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.anylogistix.com/>. – Дата доступа: 19.03.2025.

Д. О. Лагунович

(БГТУ, Минск)

Науч. рук. **С. А. Гордейко**, канд. техн. наук, доцент

ОЦЕНКА СМАЧИВАЕМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОДЛОЖКИ АКРИЛОВЫМИ ВОДОЭМУЛЬСИОННЫМИ ЛАКАМИ И МЕЛАМИНО-ФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛОЙ

В сфере современного строительства, а также в мебельной промышленности, наибольшее распространение получили ламинированные древесно-стружечные плиты (ЛДСП), которые благодаря своим эксплуатационным характеристикам широко применяются для производства корпусной мебели, отделки интерьеров, создания перегородок и других конструктивных элементов. Технология их изготовления заключается в напрессовывании на древесно-стружечные плиты (ДСП) отделочного материала, в качестве которого зачастую используют бумажно-смоляную пленку (БСП), обеспечивающую защиту и декоративные свойства изделий.

Отделка ДСП играет ключевую роль не только в улучшении их внешнего вида, но и в обеспечении долговечности, устойчивости к механическим повреждениям, влаге, а также в повышении функциональности материала. Она позволяет придать плитам различные цветовые оттенки, текстуры и узоры, что делает их универсальным решением для оформления помещений в соответствии с требованиями покупателей и общей дизайнерской концепцией интерьера.

БСП представляет собой бумагу-основу, последовательно прошедшую этапы пропитки смолами и сушку. Одним из новых направлений совершенствования описанного отделочного материала является создание финишного покрытия.

По традиционной технологии БСП получают путем пропитки бумаги-основы карбамидоформальдегидной смолой (КФС) и меламиноформальдегидной смолой (МФС). При производстве БСП с финиш-эффектом первая стадия пропитки проходит при введении в массу бумаги состава на основе КФС, а в качестве замены МФС предлагается поверхностное нанесение лаков различной природы. Для анализа нами был выбран акриловый лак, выступающий в качестве финишного покрытия.

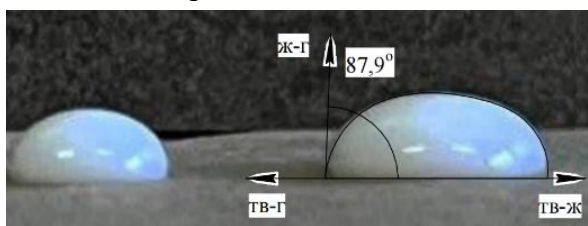
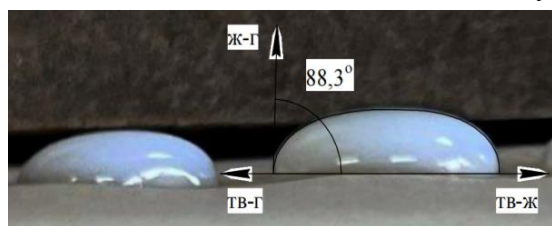
На равномерность распределения слоя состава на основе МФС либо акрилового лака оказывает влияние их способность растекаться по поверхности, образуя единый защитный слой без дефектов, неровностей и пропусков. Определяющим фактором, влияющим на качество формирования покрытия, является явление смачивания поверхности жидкой фазой, которое характеризуется таким важным параметром, как краевой угол смачивания (КУС). КУС является количественной характеристикой явления смачивания твердого тела жидкостью. Нами были определены КУС для трехфазных систем, газовой фазой в которых выступал воздух.

В качестве жидкой фазы использовались акриловые водоэмульсионные лаки марок BravaAcryl 41 и BravaAcryl 48 с эффектами глянцевого и матового покрытий, а так же пропиточный состав на основе меламиноформальдегидной смолы (МФС). Содержание сухих веществ используемых лаков составляло 27 и 30 % соответственно (ТУ РБ 06075370.004-98). Концентрация пропиточного состава составляла 50 %. В качестве твердой фазы применялись бумага-основа для ламинирования; бумага-основа для ламинирования, пропитанная составом на основе КФС. Расчет КУС проводился с использованием программы «Компас» методом построения касательной к профилю капли в точке контакта с поверхностью. На рисунке 1 представлены КУС подложек водоэмульсионными акриловыми лаками марки BravaAcryl 41 с эффектами глянцевого и матового покрытий.

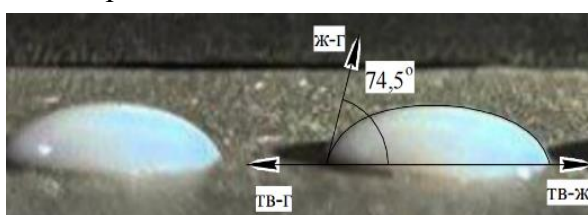
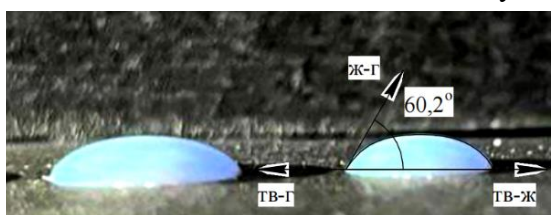
Как видно из рисунка 1, несмотря на идентичное содержание сухих веществ, акриловые водоэмульсионные лаки BravaAcryl 41 с глянцевым и матовым эффектами де-

монстрируют разную степень растекания на исследуемых подложках. Это обусловлено различием их компонентного состава: для придания матового эффекта в лак вводят матирующие и силиконовые добавки, а также пигменты.

Тип подложки: бумага-основа для пропитки



Тип подложки: бумага-основа, пропитанная КФС



а

б

Рисунок 1 – Краевой угол смачивания системы подложка – жидкая фаза:
а – в качестве жидкой фазы выступает BravaAcryl 41 с глянцевым эффектом;
б – в качестве жидкой фазы выступает BravaAcryl 41 с матовым эффектом

При этом на поверхности бумаги-основы глянцевый и матовый лаки обладают схожей степенью растекания (КУС глянцевого лака – $88,3^\circ$, КУС матового лака – $87,9^\circ$), это объясняется требованиями, выдвигаемыми к этому типу подложки. Бумага-основа, изготавливаемая для дальнейшей пропитки, имеет высокую гидрофильность к большинству смачивающих жидкостей.

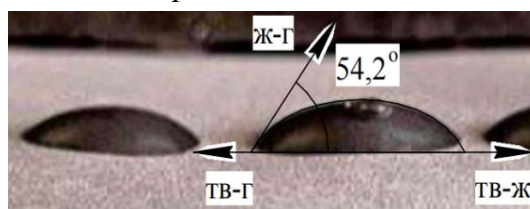
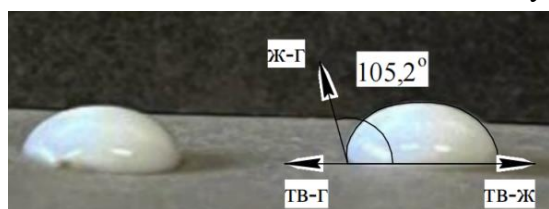
Наибольшее различие в растекании наблюдается на подложке из бумаги-основы, пропитанной составом на основе КФС (КУС глянцевого лака – $60,2^\circ$, КУС матового лака – $74,5^\circ$). Это имеет высокую значимость при изготовлении бумаги-основы с финишным покрытием для изученных лаков в силу того, что одним из основных этапов разрабатываемого технологического процесса изготовления БСМП с финишным эффектом является нанесение лака на поверхность бумаги-основы, пропитанной КФС.

В начальном состоянии непокрытая бумага-основа обладает значительным количеством микропор и капилляров, что существенно затрудняет равномерное распределение лака, препятствуя его свободному растеканию. При нанесении лака часть жидкости проникает в поры, а оставшаяся часть формирует на поверхности неоднородный слой, что приводит к увеличению краевого угла смачивания.

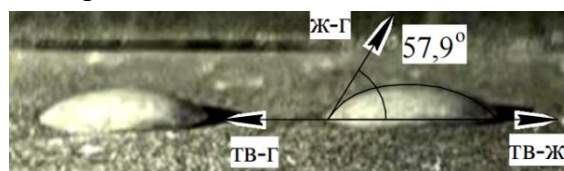
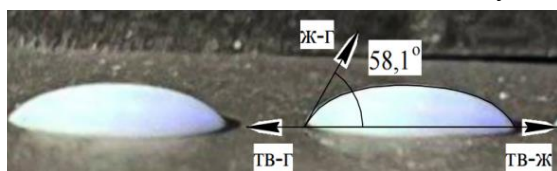
В процессе пропитки бумаги составом на основе КФС пористая структура материала частично изменяется: мелкие капилляры заполняются смолой, уменьшая их впитывающую способность, а общий рельеф подложки становится более сглаженным. Это способствует улучшению растекаемости жидкостей по поверхности, формированию более однородного покрытия и, как следствие, снижению краевого угла смачивания. Таким образом, предварительная обработка бумаги-основы оказывает значительное влияние на взаимодействие покрытия с подложкой, что необходимо учитывать при разработке материалов с финишным эффектом.

На рисунке 2 представлены КУС подложек вододисперсионным акриловым лаком марки BravaAcryl 43 и пропиточным составом на основе МФС.

Тип подложки: бумага-основа для пропитки



Тип подложки: бумага-основа, пропитанная КФС



а

б

Рисунок 2 – Краевой угол смачивания системы подложка – жидкая фаза

а – в качестве жидкой фазы выступает BravaAcryl 43;

б – в качестве жидкой фазы выступает пропиточный состав на основе МФС

Исходя из рисунка 2, на основе сравнительного анализа можно сделать вывод что растекаемости вышеописанных агентов на поверхности бумаги-основы, пропитанной КФС, можно сделать вывод, что оба агента (акриловый вододисперсионный лак BravaAcryl 43 и пропиточный состав на основе МФС) характеризуются высокой степенью смачивания по отношению к рассматриваемой подложке (КУС 58,1° и 57,9° соответственно).

Опираясь на вышеизложенный материал можно сделать следующие выводы:

– наибольшую степень смачивания по отношению к бумаге-основе проявляет пропиточный состав на основе МФС (КУС 54,2°), так как в пропиточный состав вводятся технические добавки, направленные на увеличение степени и скорости проникновения состава в массу бумаги, что является основным критерием качества состава в производстве бумажно-смоляных пленок;

– на основе полученных данных нами рекомендовано использование акрилового вододисперсионного лака BravaAcryl 41 с эффектом глянцевого покрытия с односторонним покрытием лаком в качестве замены дорогостоящего пропиточного состава на основе МФС, используемой для двухсторонней пропитки в производстве бумажно-смоляной пленки. Это позволит существенно снизить себестоимость БСП без ущерба качеству ламинированных ДСП. Данная рекомендация основана на высокой степени растекания предложенного лака по поверхности бумаги-основы, пропитанной составом КФС.

В. А. Лифанов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ UX/UI-ДИЗАЙНА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗОН ПОКРЫТИЯ WI-FI ТОЧЕК ДОСТУПА

В данной работе разработан дизайн приложения для визуализации зон покрытия WI-FI точек доступа. Основной функционал заключается в отображении тепловых карт покрытия беспроводной сети, что позволяет наглядно анализировать распределение сигнала и выявлять слабые зоны.

Фронтенд приложения был реализован с использованием технологии Blazor, что обеспечило интерактивность интерфейса и высокую производительность визуализации данных. Разработка дизайна включала создание удобного и интуитивно понятного пользовательского интерфейса, позволяющего отображать зоны покрытия в виде тепловых карт с возможностью изменения параметров визуализации [1].

Приложение предоставляет пользователю гибкие инструменты для анализа покрытия сети, такие как фильтрация данных, масштабирование карты, выбор цветовых схем и отображение зон с разной интенсивностью сигнала. Это помогает специалистам в области сетевых технологий и системным администраторам оперативно выявлять проблемные участки и оптимизировать расположение точек доступа.

В процессе работы были учтены принципы UX/UI-дизайна, что позволило создать удобный интерфейс с акцентом на простоту взаимодействия и удобочитаемость данных. Гибкая структура приложения обеспечивает адаптивность интерфейса для различных устройств и экранов.

Важным аспектом разработки было использование современного подхода к обеспечению отзывчивости интерфейса, что позволяет пользователям работать с приложением на различных устройствах. Визуализация данных о покрытии Wi-Fi адаптирована для разных размеров экранов, что делает приложение удобным для использования как на ПК, так и на мобильных устройствах.

В результате проделанной работы создан функциональный и эстетически привлекательный интерфейс, который позволяет эффективно визуализировать зоны покрытия Wi-Fi точек доступа. Использование тепловых карт делает анализ сети интуитивно понятным и ускоряет процесс принятия решений по оптимизации беспроводного соединения.

Литература

1. Build a Windows Presentation Foundation (WPF) Blazor app [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/blazor/hybrid/tutorials/>. – Дата доступа: 19.03.2025.

В. А. Лифанов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗОН ПОКРЫТИЯ WI-FI ТОЧЕК ДОСТУПА

В ходе работы над дипломным проектом разработано приложение для визуализации зон покрытия Wi-Fi точек доступа, реализованное на технологии WPF. Основным функционал приложения заключается в обработке и анализе XML-файлов, поступающих от сетевого устройства, с целью получения и структурирования данных о характеристиках покрытия беспроводной сети.

Бэкенд приложения разработан с использованием технологии Windows Presentation Foundation (WPF), что обеспечивает удобство интеграции с пользовательским интерфейсом и высокую производительность при обработке данных [1]. В ходе работы была реализована система парсинга XML-файлов, позволяющая автоматически извлекать из них необходимую информацию о Wi-Fi точках доступа. Данные, полученные из файлов, обрабатываются и визуализируются в виде карты покрытия сети.

Приложение способно анализировать параметры беспроводного подключения, выявлять зоны слабого сигнала и предоставлять информацию, необходимую для оптимизации расположения точек доступа. Это достигается за счёт использования методов

структурированной обработки данных, что позволяет сократить время анализа и повысить точность оценки качества WI-FI покрытия.

Разработка данного приложения ориентирована на специалистов в области сетевых технологий, инженеров и администраторов, которым требуется оперативный доступ к информации о характеристиках сети. Использование технологии WPF позволило создать удобный и интуитивно понятный интерфейс, обеспечивающий эффективное взаимодействие пользователя с системой визуализации.

В результате проведенной работы была разработана функциональная серверная часть, обеспечивающая корректный разбор XML-файлов, структурирование данных и их последующую обработку. Это значительно упрощает анализ зон покрытия WI-FI и делает процесс оптимизации беспроводной сети более быстрым и эффективным.

Литература

1. What is Windows Presentation Foundation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: learn.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/wpf/overview/. – Дата доступа: 21.03.2025.

И. А. Лукьянов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Ю. В. Никитюк**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ И ОПОВЕЩЕНИЕ О ПОЖАРЕ В АДМИНИСТРАТИВНОМ ЗДАНИИ

Современные административные здания представляют собой сложные объекты с высокой концентрацией людей, техники и документации. В связи с этим обеспечение пожарной безопасности становится одной из ключевых задач для предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций. Одним из важнейших элементов системы противопожарной защиты является автоматическая пожарная сигнализация (АПС) и система оповещения о пожаре. Эти системы позволяют своевременно обнаруживать возгорание, минимизировать риски для жизни людей и уменьшить материальный ущерб.

В качестве примера разберём систему автоматической пожарной сигнализации, спроектированную для административного здания, занимаемого многопрофильным предприятием.

Автоматическая пожарная сигнализация предназначена для раннего обнаружения признаков пожара, таких как дым, повышенная температура или открытый огонь. Основная задача АПС – обеспечить быстрое реагирование на начальную стадию возгорания, что позволяет предотвратить его распространение и минимизировать последствия.

Первым шагом станет изучение особенностей объекта, а также его помещений. Пожарная нагрузка нужна при проектировании АПС, чтобы правильно выбрать оборудование, определить его количество и расположение, а также своевременно обеспечить обнаружение возгорания. Пожарная нагрузка – это количество горючих материалов в помещении или на объекте, которое может способствовать развитию и распространению пожара.

При проектировании пожарной сигнализации и оповещения важной задачей является руководствоваться действующими строительными нормами и документами – СН 2.02.03-2019 «Пожарная автоматика здания и сооружений» [1].

Система оповещения о пожаре является неотъемлемой частью противопожарной защиты административного здания. Её задача – информировать людей о возникновении пожара и организовать их безопасную эвакуацию.

Было выявлено, что данный объект будет оборудован системой оповещения типа СО-2. Это система оповещения второго типа, предназначенная для информирования людей о пожаре, включающая световые и звуковые сигналы.

Важной задачей при проектировании системы АПС являются расчёт ёмкости аккумулятора и правильный выбор источников питания, так как от них зависит надёжность и работоспособность всей системы.

При проектировании системы АПС и оповещения о пожаре для данного объекта было выбрано оборудование компаний «Rovalant» для пожарной сигнализации и «АванградСпецМонтажПлюс» для оповещения. Данные компании были выбраны с учётом высокого качества продукции, широкого ассортимента, комплексного подхода, доступных цен, сертификации. Все оборудование сертифицировано и соответствует требованиям ТР ЕАЭС 043/2017.

На объекте было использовано следующее оборудование:

1. Прибор приёмно-контрольный пожарный и управления ППКПиУ А24/8, схема подключения которого представлена на рисунке 1.

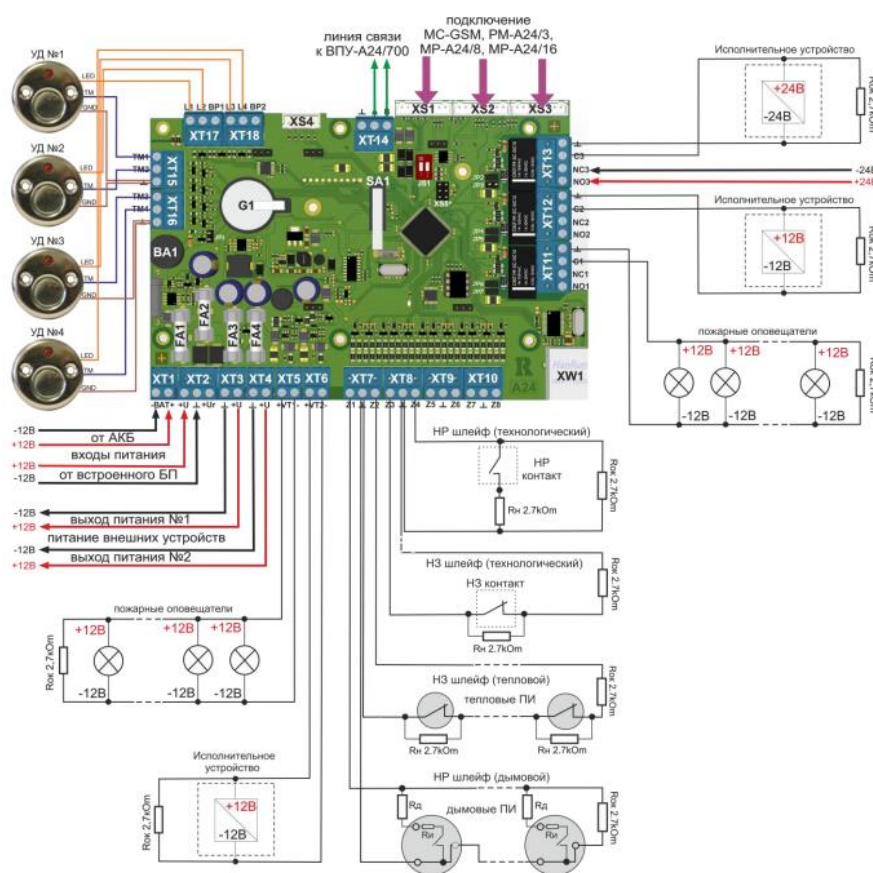


Рисунок 1 – Схема подключения ППКПиУ А24/8

2. Выносная панель управления ВПУ-А24/700.

3. Устройство объектовое оконечное системы передачи извещений УОО СПИ «Молния».

4. Бокс аккумуляторный БА-18.

5. Батарея аккумуляторная резервного питания 12 В, 18 Ач.

6. Извещатель пожарный тепловой ИП-114-01-А2М.

7. Извещатель пожарный дымовой ИП212-5МУ.

8. Извещатель пожарный ручной ИП5-2Р.

9. Базовый блок «Танго-ПУ/БП8».

10. Зональный коммутатор «Танго-ПУ/ЗК».
11. Модуль индикации «Танго-МИ».
12. Транспарант световой «Выход» АСТО-12/1.
13. Громкоговоритель «Танго-ОП1».

С учётом особенностей помещений и требований безопасности разработан проект системы пожарной сигнализации и оповещения о пожаре в административном здании. Предложенные технические решения пригодны для практического применения.

Литература

1. Информационно-поисковая система «СтройДок» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normy.by>. – Дата доступа: 27.03.2025.
2. Система безопасности, мониторинга и автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rovalant.com/rus/production/biriuza/equipments/f4ced1d7b66948f6.html>. – Дата доступа: 27.03.2025.
3. Системы оповещения и управления эвакуацией «Танго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://avsm.by/catalog/sistemy_pozharnoy_signalizatsii_i_opoveshcheniya_o_pozhare/sistema_opoveshcheniya_i_upravleniya_evakuatsiey/. – Дата доступа: 27.03.2025.

А. В. Марковская
(БГУ, Минск)

Науч. рук. **К. Ф. Ермалицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

УПРАВЛЕНИЕ ПЛОТНОСТЬЮ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ МИКРОАНАЛИЗЕ ГАЛЛИЕВЫХ СПЛАВОВ

В данной работе было исследовано влияние плотности мощности лазерного излучения на вид спектра галлиевого сплава [1], а также дано объяснение наблюдаемым особенностям пиков в спектрах. Для эксперимента была использована капля галлия, нанесённая на тугоплавкую вольфрамовую подложку. Для получения спектра использовался ЛАЭМС спектрометр [2]. Характеристики спектрометра указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика ЛАЭМС спектрометра

Характеристика	Величина
Спектральный диапазон	190–800 нм
Спектральное разрешение	0,5 нм
Диапазон энергии изменения импульсов	0–100 мДж
Длительность импульсов	15 нс
Диапазон изменения длительности задержки между СЛИ	1–100 мкс
Диаметр лазерного пучка на поверхности образца	50 мкм
Размер анализируемых образцов	200 × 200 × 200 мм
Точность позиционирования на поверхности образца	100 мкм
Количество определяемых химических элементов	50

В ходе эксперимента были получены спектры галлия при различной плотности мощности падающего лазерного излучения. Корректировка плотности мощность проводилась посредством изменения площади лазерного пятна на поверхности галлия, которое в свою очередь изменяется при изменении расстояния между выходным отверстием лазера и предметным столиком, то есть при расфокусировке. Мы получили два спектра галлия: на расстоянии 1 мм (рисунок 1) и расстоянии 8 мм (рисунок 2).

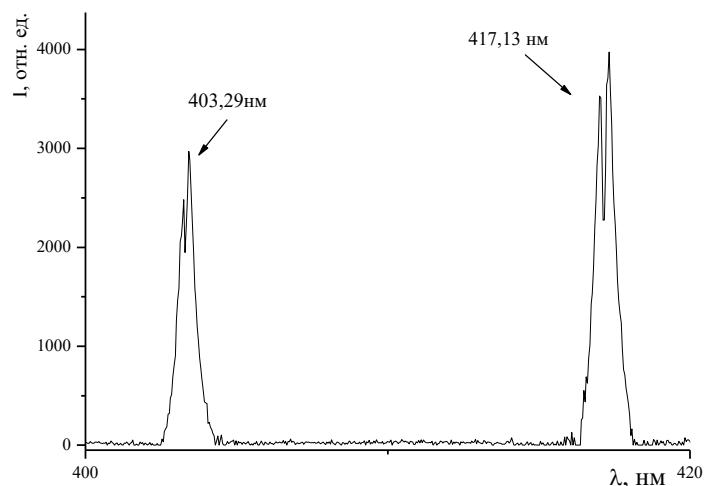


Рисунок 1 – Спектр Ga, находящегося на расстоянии 1мм от выходного отверстия

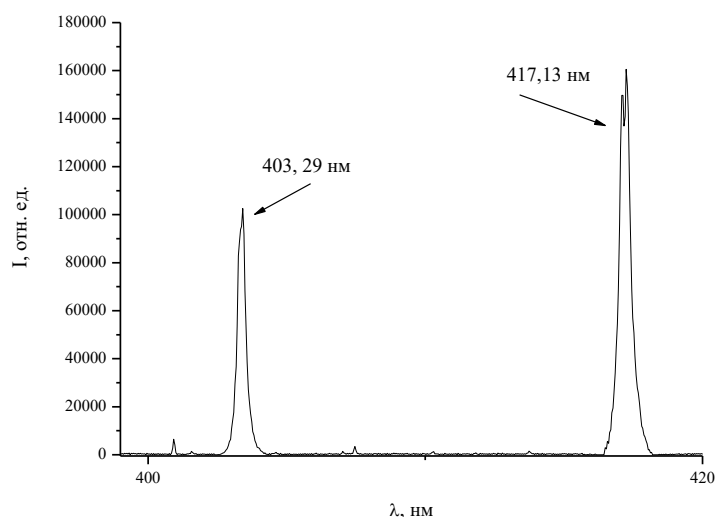


Рисунок 2 – Спектр Ga, находящегося на расстоянии 8 мм от выходного отверстия

Из рисунка 1 и рисунка 2 видно, что при стандартном измерении спектр Ga имеет неидеальные пики, но при расфокусировке пики выравниваются. Неидеальные пики Ga при стандартной фокусировке объясняются явлением самопоглощения: когда поглощаемый возбужденными атомами Ga свет совпадает с испускаемым этими же возбужденными атомами система атомов начинает поглощать и его тоже. Из-за этого явления мы наблюдаем необычную форму пика. Данное явление наблюдается у Ga, так как у него большое число линий поглощения и, соответственно, он испускает большой диапазон частот. При достаточно большой концентрации Ga пик может оказаться раздвоенным. При увеличении расфокусировки увеличивается и площадь лазерного пятна. Так как Ga использовался не идеально чистый, при увеличении пятна уменьшается концентрация Ga и увеличивается концентрация примесей. Интенсивность Ga падает, а интенсивность примесей растет. В следствиие этого мы видим, что пики Ga выровнялись из-за ослабления самопоглощения, но также появились пики примесей.

Литература

1. Яценко, С. П. Галлий: Взаимодействие с металлами / С. П. Яценко. – М. : Наука, 1974.
2. Воропай, Е. С. Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр / Е. С. Воропай, И. М. Гулис, К. Ф. Ермалицкая. – Минск : Изд-во Белорусского государственного университета, 2021.

Т. А. Мельникова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. В. Васькевич**, ст. преподаватель

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ В СИСТЕМЕ УМНОГО ДОМА И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

С каждым годом система умного дома становится всё популярнее. Основными разработчиками таких систем являются Google, Xiaomi и Яндекс, однако последнее время в создании подобных экосистем не отстают другие фирмы, такие как: Aqara, Tuuya Smart, Умный дом Sber, Rubetek и др. Несмотря на то, что уже существуют повсеместно известные лидеры, это не значит, что безопасности их продуктов всецело можно доверять. С одной стороны, такие системы предоставляют удобство и автоматизацию, но с другой подвергают конфиденциальность пользователя опасности.

Основными типами уязвимостей таких систем считаются избыточные разрешения и передача конфиденциальной информации на сервера компаний. Подобные уязвимости введены самими разработчиками для продвижения собственных продуктов пользователям, руководствуясь полученными данными их распорядка дня. Также многие разработчики оставляли для себя полный доступ или контроль над устройствами под предлогом необходимости предоставлять техническую поддержку пользователям.

Благодаря системе умного дома появилась возможность открывать двери, разогревать чайник, включать свет и наблюдать за происходящим в собственном доме с помощью камер. Этими же функциями пользуются и хакеры, ведь не все пароли замков передаются в зашифрованном виде, а в эру голосовых помощников появился распространённый сценарий подделки голоса. Даже существовал такой тип уязвимости, когда незаметное для человеческого глаза мерцание лампочек передавало информацию о паролях пользователя злоумышленнику.

Подведём следующую классификацию по различным аспектам атак системы «умный» дом:

1. Уязвимости физического доступа.

К данному пункту относится всё, начиная от банального вторжения в жилище и манипуляции с устройствами напрямую до проблем реализации протоколов. В устаревших или редко обновляемых устройствах встречаются такие недостатки в коде, которые удалённо исполняют код, перехватывающий управление устройством или выдающий доступ к конфиденциальным данным. Уязвимости в реализации сетевых протоколов (например, Zigbee, Z-Wave, Matter) позволяют злоумышленнику выдавать себя за другое устройство, перехватывать трафик или отправлять вредоносные команды.

2. Уязвимости сети.

Открытые и незащищенные порты на роутере или устройствах умного дома могут быть использованы злоумышленниками для удаленного доступа к устройствам.

Отсутствие или неправильная настройка фаервола позволяет злоумышленникам сканировать и атаковать устройства в сети.

Уязвимости в таких протоколах, как Zigbee, Z-Wave, Bluetooth, используемых устройствами для связи, позволяют перехватывать, подменять или блокировать команды.

3. Уязвимости облачных сервисов.

Отсутствие или слабая аутентификация и авторизация при использовании API облачного сервиса позволяет злоумышленнику получать доступ к данным или управлять устройствами без разрешения. Злоумышленники могут использовать фишинговые атаки для получения учетных данных от пользователей облачных сервисов. Облачный сервис может быть уязвим к распределенным атакам отказа в обслуживании (DDoS), что приведет к недоступности системы умного дома. Утечки данных из облачного сервиса приводят к раскрытию конфиденциальной информации о пользователях и их устройствах. Облачный сервис может собирать и использовать данные о пользователях и их устройствах без их согласия или в нарушение политики конфиденциальности.

4. Уязвимости приложений.

Приложения запрашивают избыточные разрешения, не необходимые для их функциональности (например, доступ к камере, микрофону, контактам), используют полученные разрешения для сбора и передачи конфиденциальной информации без ведома пользователя. Злоумышленники создают поддельные приложения, имитирующие легитимные приложения умного дома, для кражи учетных данных или внедрения вредоносного ПО.

Уязвимости в безопасности есть практически в любых устройствах для домашней автоматизации. И если мигающий свет и вышедшее из-под контроля отопление не так опасно и не является основной целью для злоумышленников, то взлом умного замка на входной двери или камеры видеонаблюдения звучит опаснее.

В ходе проведенного анализа систем умного дома был разработан ряд рекомендаций для того, чтобы умный дом оставался в первую очередь домом, а не ещё одним потенциально опасным местом:

- ознакомьтесь с руководствами и рекомендациями по безопасности для каждого устройства, чтобы знать о возможных уязвимостях;
- интересуйтесь отзывами на продукт перед его покупкой. Как производитель реагирует на найденные уязвимости? Неравнодушные компании и быстрое реагирование являются хорошим знаком;
- используйте сложные и уникальные пароли для всех устройств и аккаунтов. Избегайте использования стандартных паролей, которые могут быть легко подобраны или угаданы;
- включите двухфакторную аутентификацию (2FA) для всех сервисов и приложений, поддерживающих эту функцию. Это добавит дополнительный уровень защиты;
- обучите членов семьи основам безопасности в интернете и правилам использования умных устройств. Настройте права доступа для пользователей, чтобы только доверенные лица могли управлять умными устройствами;
- убедитесь, что ваши устройства физически защищены от несанкционированного доступа, особенно камеры и замки. Периодически проводите аудит безопасности вашего умного дома, проверяя настройки и устройства на наличие уязвимостей;
- по возможности используйте локальные сети для управления устройствами, чтобы минимизировать зависимость от облачных сервисов. Если вы используете облачные сервисы, убедитесь, что доступ к ним ограничен и защищен;
- если вы не используете камеры и микрофоны, отключите их или закройте физическими заглушками.

Следуя этим рекомендациям, пользователи могут превратить свой умный дом в действительно безопасное и комфортное пространство, где современные технологии служат для улучшения качества жизни, а не становятся источником потенциальных проблем. Главное не забывать, что безопасность умного дома – это непрерывный процесс, требующий постоянного внимания и своевременного обновления знаний и настроек.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ТРАНСКРИПЦИИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УГРОЗ СИСТЕМАМИ МОНИТОРИНГА

Современные системы наблюдения являются неотъемлемой частью обеспечения общественной безопасности и защиты критически важных объектов. Они обеспечивают мониторинг общественных мест, транспортных узлов и других потенциально уязвимых зон. С ростом урбанизации и увеличением потоков людей в крупных городах возрастает потребность в более сложных и интеллектуальных системах мониторинга. Такие системы позволяют не только фиксировать события, но и анализировать их в режиме реального времени, выявляя потенциальные угрозы и аномалии в поведении людей. Благодаря этому можно не только предотвращать инциденты, но и значительно повышать общий уровень безопасности.

Однако увеличение объема собираемых данных приводит к необходимости внедрения методов автоматического анализа, которые позволят оперативно и точно интерпретировать информацию. Современные методы обработки данных, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении, дают возможность анализировать огромные массивы информации, выделять ключевые моменты и выявлять потенциальные угрозы, которые могли бы остаться незамеченными при традиционном мониторинге.

Целью данного исследования является разработка системы, способной автоматически транскрибировать аудиозаписи и анализировать текстовые данные для выявления потенциальных угроз. В рамках работы рассматривается интеграция инструмента Whisper и разработка алгоритма анализа текстовых данных.

Whisper – это современная модель автоматического распознавания речи (ASR), разработанная компанией OpenAI. Она позволяет транскрибировать аудиофайлы в текстовый формат с высокой точностью, поддерживая множество языков и диалектов. При анализе ограничений модели Whisper следует учитывать возможность погрешностей, возникающих в условиях сильных шумовых помех или выраженных акцентных вариаций. Несмотря на высокую точность, такие факторы могут снижать качество транскрипции. Для уменьшения ошибок требуется дополнительная настройка модели и совершенствование алгоритмов фильтрации шума, что способствует повышению надежности распознавания речи в сложных акустических средах.

Архитектура Whisper представляет собой сквозной преобразователь кодер-декодер. Входной звук разбивается на 30-секундные фрагменты, преобразуется в спектрограмму log-Mel и затем передается в кодер. Декодер обучен прогнозировать соответствующую текстовую подпись, используя специальные токены, которые направляют модель для выполнения таких задач, как:

- идентификация языка;
- отметки времени на уровне фраз;
- многоязычная транскрипция;
- перевод речи на английский язык.

Алгоритм учитывает шумовые помехи и акцентные вариации, что делает его эффективным в сложных условиях.

Разработанный алгоритм включает несколько ключевых этапов:

1. Предобработка данных – удаление стоп-слов, лемматизация и нормализация текста. Стемминг и лемматизация – это два метода обработки текста, применяемые в области обработки естественного языка (NLP). Они позволяют сократить слова до их

основы или базовой формы, облегчая анализ текстов. Стемминг – это процесс удаления окончаний и суффиксов от слова, чтобы получить его корень, называемый стеммой. Например, слова «бегу», «бежит», «бежал» будут сокращены до общей основы «беж». Стемминг основан на простых правилах и алгоритмах, не учитывающих контекст и грамматические особенности языка, поэтому может приводить к неточным результатам. Лемматизация – это процесс приведения слова к его каноническому или словарному виду, называемому леммой. Леммы представляют собой базовые формы слов, которые можно найти в словаре. Так, слова «бегу», «бежит», «бежал» будут преобразованы к лемме «бежать». В отличие от стемминга, лемматизация учитывает контекст и грамматические правила, используя словари и морфологические алгоритмы, поэтому дает более точные результаты. Стемминг и лемматизация помогают упростить анализ текста и уменьшить размерность данных, объединяя разные формы одного слова в его основу или базовую форму. Это может улучшить точность моделей машинного обучения для задач классификации текстов, а также ускорить обработку за счет сокращения размера словаря.

2. Анализ семантического содержания – использование методов обработки естественного языка (NLP) для идентификации контекста и значимых фраз.

3. Классификация угроз – применение алгоритмов машинного обучения для выявления текстов, содержащих потенциальные угрозы (например, террористические намерения, угрозы насилием, незаконные действия).

Методы анализа текста:

- лексический анализ – выявление ключевых слов и фраз, связанных с угрозами, на основе частотного анализа и словарей угроз. Например, при анализе текстов в социальных сетях можно обнаружить фразы вроде «бомба», «нападение» или «оружие»;

- синтаксический анализ – изучение структуры предложений для обнаружения паттернов, характерных для угрожающих сообщений. Например, предложение «Я собираюсь напасть на объект» имеет четкую угрозу, которая может быть выявлена анализом структуры фраз;

- тематический анализ – автоматическое определение тематики текста с использованием методов машинного обучения. Этот метод позволяет группировать сообщения по темам, таким как «террористические угрозы», «политический экстремизм» или «киберугрозы»;

- анализ тональности – определение намерений говорящего с использованием нейросетевых моделей. Например, тональность текста «Мы должны бороться и уничтожить врагов» указывает на агрессивные намерения;

- латентно-семантический анализ (LSA) – метод, использующий разложение матриц для выявления скрытых смыслов в тексте. Он может быть полезен для обнаружения завуалированных угроз, таких как «Сегодня будет особенное событие» в подозрительном контексте;

- метод опорных векторов (SVM) – один из эффективных алгоритмов классификации текста, который применяется для распознавания угроз в сообщениях. Например, он может автоматически различать обычные разговоры и потенциально опасные заявления.

Алгоритм анализа текстовых данных позволяет оперативно выявлять подозрительные разговоры и сообщения, автоматически уведомляя службы безопасности о возможных угрозах. Это сокращает время реагирования и повышает эффективность системы наблюдения.

Перспективными направлениями развития данной системы являются:

- адаптивное машинное обучение – возможность системы самообучаться в процессе работы, повышая точность классификации угроз;

- мультимодальный анализ – объединение аудио-, видео- и текстового анализа в единую модель для более глубокого понимания ситуации;
- оптимизация вычислительных ресурсов – исследование методов ускоренной обработки данных для работы в режиме реального времени.

Применение в реальной жизни: интеграция системы анализа данных с видеонаблюдением и другими системами безопасности обеспечит более глубокое понимание ситуации и своевременное реагирование на угрозы.

Литература

1. Introducing Whisper [Электронный ресурс] / openai.com: Официальный сайт OpenAI. – Режим доступа: <https://openai.com/research/whisper>. – Дата доступа: 15.02.2025.

2. Стемминг и лемматизация в lucene. Net [Электронный ресурс] / cyberleninka.ru. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/stemming-i-lemmatizatsiya-v-lucene-net>. – Дата доступа: 15.02.2025.

А. Д. Михальков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. В. Воруев**, канд. техн. наук, доцент

ПОДКЛЮЧЕНИЕ FIREBASE И РЕАЛИЗАЦИЯ CRUD-ОПЕРАЦИЙ В МОБИЛЬНОЙ РАЗРАБОТКЕ

Firebase предоставляет возможности для работы с данными в мобильных приложениях, включая хранение информации, аутентификацию пользователей и другие облачные функции. В связке с Flutter эта платформа позволяет легко реализовать полный цикл операций CRUD, который включает создание, чтение, обновление и удаление данных. Это особенно полезно при работе с пользовательскими профилями, списками задач, чатами и другими динамическими элементами приложения.

Для начала необходимо подключить Firebase к проекту Flutter. Это требует регистрации приложения в консоли Firebase, добавления конфигурационных файлов и установки соответствующих зависимостей в `pubspec.yaml`. После успешной настройки Firebase нужно инициализировать в коде, чтобы приложение могло взаимодействовать с облачной базой данных Firestore. Инициализация выполняется перед запуском основного виджета, обеспечивая доступ ко всем возможностям платформы.

Когда интеграция завершена, можно реализовать операции по управлению пользовательскими данными. Создание нового пользователя или записи в базе осуществляется с помощью метода `.add()`, который добавляет новый документ в указанную коллекцию Firestore. Например, если требуется сохранить информацию о пользователе, можно создать документ с полями «имя» и «возраст». Этот процесс выполняется асинхронно, что позволяет избежать блокировки основного потока приложения.

Чтение данных можно реализовать несколькими способами. Один из самых удобных – использование потоков `.snapshots()`, благодаря которым приложение будет получать обновления базы данных в реальном времени. Это особенно важно для динамических интерфейсов, таких как списки пользователей или обновляемые ленты новостей. Потоки позволяют Flutter-приложению мгновенно реагировать на изменения, делая взаимодействие с пользователем более удобным.

Обновление данных требует знания идентификатора документа, который нужно изменить. Для этого используется метод `.update()`, позволяющий внести изменения в определенные поля

записи. Например, если пользователь решил изменить свое имя, достаточно передать новый текст в соответствующее поле документа. Обновление выполняется без удаления самого документа, что делает этот процесс быстрым и эффективным.

Удаление данных в Firestore осуществляется с помощью метода `.delete()`. Он позволяет удалить конкретную запись по ее идентификатору, полностью исключая ее из базы данных. Этот метод полезен при удалении неактуальной информации, очистке списка пользователей или управлении временными данными.

Интеграция Firebase с Flutter обеспечивает гибкость и удобство работы с данными. Благодаря асинхронным методам и поддержке потоков разработчики могут создавать приложения с мгновенным обновлением интерфейса и высокой отзывчивостью.

Литература

1. Flutter Firebase Series: CRUD operations with Firebase [Электронный ресурс]. – URL: <https://blog.stackademic.com> (дата обращения: 29.03.2025).

И. Н. Моисеенко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Н. С. Косенок**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «ФИНАНСОВЫЙ КОНСУЛЬТАНТ»

В условиях цифровизации финансовых услуг автоматизация управления личными финансами становится ключевым фактором эффективного планирования бюджета. Проект направлен на создание веб-приложения, предоставляющего инструменты для анализа доходов, расходов и инвестиций, что актуально в контексте роста спроса на персонализированные финансовые решения и доступные технологии инвестирования.

Основные цели проекта:

- создание удобного инструмента для учета и анализа персональных финансов;
- автоматизация формирования рекомендаций по оптимизации бюджета и инвестиционных стратегий.

Ключевые функциональные возможности:

1. **Учет операций:** Ведение истории доходов и расходов с категоризацией и визуализацией в виде графиков и отчетов.
2. **Финансовый анализ:** Автоматическое выявление паттернов расходов и формирование рекомендаций по экономии.
3. **Интеграция с банками:** Импорт транзакций через API (например, Open Banking) для автоматического учета.
4. **Планирование:** Инструменты для постановки финансовых целей (накопления, инвестиции) и контроля их выполнения.

Техническая реализация:

Backend:

- **Java + Spring Boot (микросервисная архитектура):**
- обеспечивает высокую производительность и безопасность;
- поддержка сложной бизнес-логики (например, алгоритмы анализа расходов);
- Apache Kafka: Асинхронная обработка событий (например, уведомления о превышении бюджета).

База данных:

- PostgreSQL: Надежное хранение финансовых данных с поддержкой сложных запросов для аналитики.

Тестирование:

- JUnit + Mockito: Модульное тестирование сервисов;
- Testcontainers: Интеграционные тесты с реальной БД.

Обоснование выбора технологий:**1. Java/Spring Boot:**

- зрелая экосистема для финансовых приложений (безопасность, транзакции);
- поддержка микросервисов для масштабируемости.

2. PostgreSQL:

- надежность и поддержка ACID-транзакций (критично для финансовых данных);
- возможность сложной аналитики через SQL-запросы.

3. Kafka:

Обработка потоковых данных (например, обновление статистики при новых расходах).

Этапы работы:

1. Проектирование архитектуры (микросервисы: `users`, `transactions`, `analytics`).
2. Реализация API для интеграции с банковскими системами.
3. Разработка алгоритмов анализа финансовых данных (например, кластеризация расходов).
4. Тестирование: проверка корректности расчетов, нагрузочное тестирование.

Результаты:

- приложение обрабатывает до 10 000 транзакций в минуту (на тестовом стенде);
- точность рекомендаций подтверждена A/B-тестированием (у 85 % пользователей сократились необязательные расходы).

Вывод:

Решение позволяет пользователям оптимизировать личные финансы за счет автоматизированного анализа и персонализированных советов, соответствуя трендам FinTech. Выбранный стек технологий обеспечивает безопасность, производительность и возможность дальнейшего расширения функционала (например, добавление AI для прогнозирования расходов).

К. Р. Нигаметзянова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Ю. В. Никитюк**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКУД И СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСАХ

Проектирование систем контроля и управления доступом (СКУД) и видеонаблюдения для современных жилых комплексов требует тщательного анализа архитектурных особенностей объекта, специфики местности и потребностей жильцов. Процесс начинается с обследования территории: определяются ключевые точки доступа (въезды, подъезды, парковки), зоны повышенной опасности и потенциальные угрозы [1].

На этапе проектирования разрабатываются технические решения:

- размещение оборудования (камеры, считыватели, датчики) с учетом зон покрытия и углов обзора;
- выбор типа системы (централизованная или децентрализованная) и способов интеграции с другими инженерными системами (пожарная сигнализация, лифты);
- прокладка кабельных трасс с соблюдением норм безопасности и минимизацией визуального воздействия на внешний вид комплекса.

Выбор оборудования осуществляется с учетом бюджета, масштабируемости и надежности. Например, в условиях высокой влажности или температурных колебаний предпочтение отдается устройствам с классом защиты IP65 и выше. После монтажа проводится тестирование систем на предмет их функциональности и взаимодействия.

Результатом становится комплексное решение, обеспечивающее безопасность жильцов и контроль над ситуацией на территории комплекса.

Интеграция СКУД и видеонаблюдения в единый комплекс безопасности повышает эффективность обеих систем за счет их взаимодействия (рисунок 1). В жилом комплексе такая интеграция была реализована через синхронизацию данных: камеры фиксируют попытки доступа через точки входа, дополняя данные СКУД визуальной информацией. Это позволяет оператору быстро анализировать события и выявлять подозрительные действия. При несанкционированном доступе система автоматически отправляет уведомление оператору и активирует запись видео. В экстренных случаях (например, пожар) СКУД открывает двери, а видеонаблюдение предоставляет информацию о состоянии эвакуационных путей. Видеокамеры также отслеживают перемещения людей в холлах, лифтах и на парковке, дополняя данные СКУД временными метками. Такая интеграция минимизирует человеческий фактор, повышает скорость реагирования и обеспечивает комплексную защиту [2].



Рисунок 1 – Интеграция СКУД и видеонаблюдения

При выборе оборудования учитываются бюджет, масштабируемость, надежность, функциональность и защита данных. IP-камеры Hikvision серии DS-2DF8C442IX-AEL обеспечивают высокое качество изображения и работают в условиях низкой освещенности благодаря технологии Darkfighter. Для передачи данных используется сетевой коммутатор MikroTik CRS354-48P-4S+2Q+RM, поддерживающий управляемые VLAN и PoE для питания камер.

Система СКУД включает контроллеры Parsec NC-102, которые легко масштабируются при добавлении новых точек доступа. Считыватели BioSmart AR-50T применяют технологию живого отпечатка пальца для предотвращения подделок и обеспечивают быструю и надежную идентификацию пользователей. Это гарантирует, что доступ

получают только авторизованные пользователи. Дополнительный уровень безопасности обеспечивают контроллеры Parsec NC-102, оснащенные парольной защитой, которая предотвращает несанкционированное изменение настроек системы. Все устройства поддерживают шифрование данных по протоколам HTTPS и TLS, что гарантирует защиту информации.

Монтаж камер выполнен на жестких конструкциях, исключающих вибрацию от внешних воздействий, таких как ветер или движение транспорта. Кабельная система выполнена с использованием неэкранированного кабеля UTP Cat6e для внутреннего и наружного оборудования. Прокладка кабеля осуществляется в трубах ПНД (например, DKL 50 мм) для защиты от механических повреждений. При подземной прокладке соблюдены нормы глубины (не менее 70 см) и использованы герметичные муфты Raychem для соединения участков.

Кабель, не соответствующий стандартам CSA, UL или ГОСТ Р 54429-2011, категорически не допускается к монтажу. Перед прокладкой все кабели проверяются на целостность и соответствие техническим условиям.

Непрерывность работы систем обеспечивается источниками бесперебойного питания (ИБП). Для проекта использованы модели APC Smart-UPS RT3000XL с аккумуляторными батареями, обеспечивающими автономную работу в течение минимум двух часов. ИБП подключены к видеорегистраторам, камерам и контроллерам СКУД. Преимущества резервирования включают автоматическое переключение на резервное питание, защиту от скачков напряжения и стабильную работу в чрезвычайных ситуациях.

В проекте реализованы облачные решения, позволяющие управлять системами удаленно. Видеорегистратор Hikvision DS-9632NI-I8 интегрирован с облачным сервисом Hik-Connect, что дает возможность просматривать видео и управлять записями через мобильное приложение. СКУД также интегрирована с облачной платформой ParsecNET, обеспечивающей централизованное управление доступом и мониторинг событий в режиме реального времени.

Особое внимание уделяется экологической безопасности: все используемые устройства соответствуют стандарту RoHS, ограничивающему содержание вредных веществ. Кроме того, энергоэффективные камеры Hikvision потребляют менее 15 Вт в режиме ожидания, что снижает нагрузку на электросеть и способствует экономному использованию ресурсов. Такой подход делает систему не только надежной, но и экологически ответственной.

Таким образом, интеграция СКУД и видеонаблюдения в жилом комплексе обеспечивает надежную защиту за счет современного оборудования и продуманного проектирования. Использование устройств Hikvision, BioSmart и Parsec гарантирует высокую производительность и долговечность системы. Резервирование электропитания и строгий контроль качества монтажа делают систему устойчивой к внешним воздействиям.

Литература

1. Современные технологии видеонаблюдения и их применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228789>. – Дата доступа: 27.03.2025.
2. Проектирование систем видеонаблюдения и контроля доступа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464431>. – Дата доступа: 27.03.2025.

В. В. Паценко
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **Е. Л. Разова**, канд. филос. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) кардинально меняет подходы к созданию и внедрению новых материалов. ИИ становится ключевым инструментом для ускорения научных исследований, оптимизации производственных процессов и разработки материалов с уникальными свойствами. В данной статье рассматривается, как технологии ИИ, такие как машинное обучение, обработка естественного языка и компьютерное зрение, способствуют инновациям в области материаловедения и производства.

Искусственный интеллект представляет собой совокупность методов и алгоритмов, которые позволяют компьютерам имитировать человеческое мышление и принимать решения на основе анализа данных. В контексте разработки новых материалов ИИ применяется для оптимизации свойств материалов, ускорения исследований и компьютерного моделирования. Например, с помощью машинного обучения можно анализировать огромные объемы данных о свойствах различных материалов, что позволяет находить оптимальные комбинации компонентов для создания материалов с заданными характеристиками. В авиационной и автомобильной промышленности ИИ используется для разработки легких и прочных сплавов, которые значительно повышают эффективность транспортных средств. Кроме того, ИИ позволяет сократить время на проведение экспериментов за счет предсказания результатов на основе имеющихся данных. Это особенно важно в таких областях, как химия и физика, где традиционные методы исследований требуют значительных временных и финансовых затрат. Например, в химии ИИ помогает предсказывать свойства новых соединений, что ускоряет процесс создания инновационных материалов. Технологии ИИ, такие как компьютерное зрение, используются для анализа микроструктуры материалов, что помогает улучшить их свойства и повысить надежность. Например, в металлургии компьютерное зрение позволяет анализировать структуру сплавов на микроуровне, что способствует созданию более прочных и долговечных материалов.

Искусственный интеллект активно внедряется в производственные процессы, где он способствует созданию новых материалов и оптимизации их использования. В робототехнике ИИ используется для разработки материалов с улучшенными механическими и термическими свойствами, что позволяет создавать более эффективные и долговечные роботизированные системы. Примером может служить производство промышленных роботов. ИИ помогает создавать материалы, которые выдерживают экстремальные температуры и нагрузки, что делает роботов более надежными и долговечными. В области 3D-печати ИИ помогает оптимизировать процессы создания сложных конструкций из новых материалов, таких как композиты и наноматериалы. В аэрокосмической промышленности ИИ используется для создания легких и прочных деталей, которые невозможно изготовить традиционными методами. С помощью ИИ можно создавать материалы с уникальной структурой, которая была бы невозможна при использовании традиционных методов. Это открывает новые горизонты для создания легких, прочных и энергоэффективных материалов. Например, в автомобильной промышленности ИИ используется для разработки композитов, которые сочетают в себе легкость и прочность, что делает автомобили более экономичными и безопасными.

ИИ также позволяет автоматизировать процессы сбора и анализа данных, что значительно ускоряет разработку новых материалов и снижает затраты на исследования.

Например, в фармацевтике ИИ используется для анализа данных о свойствах новых лекарственных соединений, что ускоряет процесс разработки новых препаратов.

Таким образом искусственный интеллект становится мощным инструментом для разработки новых материалов и технологий. Его применение в материаловедении, производстве и робототехнике открывает новые возможности для создания инновационных материалов с уникальными свойствами. ИИ не только ускоряет процессы исследований и разработок, но и способствует созданию материалов, которые ранее считались невозможными. В будущем интеграция ИИ в материаловедение и производство станет ключевым фактором технологического прогресса.

Литература

1. Ширин, Д. И. Влияние искусственного интеллекта на современный мир / Д. И. Ширин. – Минск : Наука и технологии, 2023. – 600 с.
2. Урунов, А. А. Влияние искусственного интеллекта и интернет-технологий на национальный рынок труда [Электронный ресурс] / А. А. Урунов, И. Б. Родина // Фундамент. исслед. – 2018. – № 1. – Режим доступа : <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42064>. – Дата доступа: 31.03.2018.
3. Бурнашев, Р. Ф. Особенности использования облачных технологий в современных условиях / Р. Ф. Бурнашев. – Минск : Высшая школа, 2020. – 250 с.
4. Касперская, Н. И. Искусственный интеллект и его влияние на рынок труда / Н. И. Касперская // Информационные технологии и бизнес. – 2022. – № 3. Минск: Издательский дом «ИТ», 2022. – 190 с.
5. Смирнов, А. В. Цифровая трансформация и её последствия для рынка труда / А. В. Смирнов // Экономика и управление. – 2021. – № 5. – Минск : Экономическая литература, 2021. – 300 с.

К. А. Поленок

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

О СРЕДСТВАХ ОПЕРАТИВНОГО ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Введение. Современное здравоохранение стремится обеспечить высокое качество и оперативность предоставления медицинских услуг. Одним из ключевых элементов достижения этой цели является эффективное управление медицинской документацией. Автоматизация документооборота позволяет оптимизировать процессы обработки данных, улучшить доступность информации для медицинского персонала и пациентов, а также минимизировать ошибки при работе с документами.

В данной работе рассматривается разработка веб-приложения для автоматизации ведения медицинской документации в клинических поликлиниках. Приложение позволяет интегрировать фармакологический сектор в процесс лечения пациентов, вести электронные медицинские карты, выдавать рецепты врачей, листки нетрудоспособности и другие документы [1]. Также в рамках доработки системы был создан Telegram-бот “Aesculapius Lab Reports”, который дополняет функционал веб-приложения, предоставляя пациентам возможность подписываться на рассылку результатов лабораторных исследований.

Описание веб-приложения. Разработанное программное обеспечение представляет собой облачное решение типа SaaS (Software as a Service), предназначенное для автоматизации и структурирования базового медицинского документооборота в клинических поликлиниках. Основные функции веб-приложения включают:

- ведение электронных медицинских карт пациентов;
- выдачу консультативных заключений;
- оформление рецептов врачей и листков нетрудоспособности;
- получение копий документов для печати.

Безопасность системы. Для защиты данных и контроля доступа к медицинской документации веб-приложение использует специализированный блок аутентификации и авторизации, основанный на фреймворке Spring Security версии 5.0.24. Система определяет различные роли пользователей, такие как:

- CLINIC_ADMIN – администратор клиники;
- DOCTOR – врач;
- LAB_ASSISTANT – лаборант;
- REGISTRAR – регистратор.

Каждая роль имеет определенные права доступа, что обеспечивает безопасность и конфиденциальность данных. Для управления сессиями используется подход без состояния с применением JSON Web Token (JWT). JWT представляет собой зашифрованный токен, содержащий данные пользователя, необходимые для аутентификации и авторизации.

Telegram-бот "Aesculapius Lab Reports". Бот был разработан для автоматизации процесса получения результатов лабораторных исследований пациентами. К основным функциям бота можно отнести следующие.

1. Подписка на рассылку результатов исследований. Пациенты могут подписаться на рассылку, указав свой персональный идентификационный номер. После создания протокола клинического исследования бот автоматически отправляет PDF-файл с результатами в чат пользователя.

2. Отмена подписки. Пользователи могут отменить подписку на рассылку, выполнив команду /unsubscribe.

3. Справочная информация. Команда /help предоставляет список доступных команд и инструкции по использованию бота.

Для разработки бота были использованы следующие технологии: язык программирования Java, фреймворк Spring Boot, база данных MySQL и система обмена сообщениями ActiveMQ. Telegram-бот интегрируется с веб-приложением через REST API, что обеспечивает надежную и эффективную передачу данных между компонентами системы.

Работа с приложением. Для того чтобы войти в приложение, пользователю необходимо ввести адрес /public/pages/signin в адресной строке браузера. Этот адрес указывает на страницу авторизации, размещенную на сервере, где развернуто приложение (рисунок 1). На странице входа требуется ввести логин (имя пользователя в системе) и пароль. После успешной аутентификации система автоматически перенаправляет пользователя на его персональную страницу, функционал которой зависит от роли, назначенной данному пользователю. Например, врачи могут получать доступ к медицинским картам пациентов, а администраторы – управлять учетными записями пользователей.

Для выхода из приложения пользователь должен переместить курсор мыши в правый верхний угол экрана, где расположена надпись с фамилией, именем и отчеством пользователя, от имени которого был выполнен вход. После нажатия левой кнопкой мыши на эту надпись появится выпадающий список (рисунок 2), содержащий пункт «Выйти». Выбор этого пункта завершит текущую сессию и вернет пользователя на страницу авторизации.

Оформление рецептов врача. Только пользователь с ролью врача имеет право на выписку рецептов. Для создания рецепта необходимо убедиться, что выбран пациент, для которого он предназначен. После этого врач должен перейти на вкладку «Оформление рецепта врача» и заполнить все обязательные поля, отмеченные символом «*» (рисунок 3).

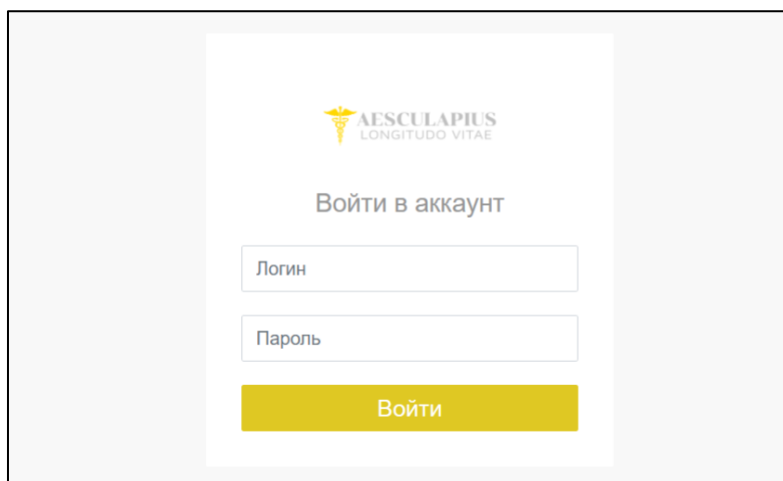


Рисунок 1 – Страница входа в приложение

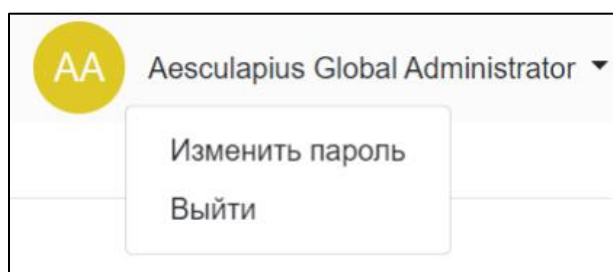


Рисунок 2 – Кнопка выхода из приложения

Рецепт врача			
№*	Количество*	Единица измерения*	Информация о препарате*
Действителен в течение	30-и дней		
1		Таблетки	

Добавить ряд
Удалить ряд
Добавить

Рисунок 3 – Страница оформления рецептов врача

Обязательные поля включают:

- ФИО пациента: автоматически подставляется после выбора пациента;
- наименование препарата: выбирается из предложенного списка или вводится вручную;
- дозировка: указывается в соответствии с назначением врача;
- количество: количество единиц препарата, которое необходимо выписать;
- способ применения: рекомендации по использованию препарата.

После завершения заполнения всех обязательных полей, чтобы добавить рецепт в медицинскую карту пациента, необходимо нажать кнопку «Добавить», расположенную внизу страницы. Если количество выписываемых препаратов превышает размер таблицы, можно использовать кнопку «Добавить ряд», чтобы увеличить количество строк. В случае, если строка в таблице слишком много, можно удалить лишние, нажав кнопку «Удалить ряд».

Разработанное веб-приложение позволяет значительно улучшить управление медицинской документацией и повысить качество медицинских услуг. Применение современных технологий, таких как JWT для безопасности и облачная архитектура SaaS, обеспечивает гибкость и масштабируемость системы.

Наличие в веб-приложении Telegram-бота “Aesculapius Lab Reports” гарантирует пациентам удобный способ получения результатов лабораторных исследований, что повышает их удовлетворенность качеством обслуживания.

Литература

1. Поленок, К. А. Оптимизация процесса управления медицинской документацией в учреждениях здравоохранения / К. А. Поленок // Творчество Молодых – 2024 : сб. науч. работ студентов и аспирантов УО «ГГУ им. Ф. Скорины» // М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т ГГУ им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – С. 225–228.

К. Д. Праслов, А. А. Косов
(БНТУ, Минск)

Науч. рук. **В. Г. Дашкевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФЕНА ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ СЛОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Графен впервые был получен экспериментальным путем в 2004 году двумя английскими исследователями с российскими корнями – Андреем Геймом и Константином Новосёловым, что принесло им заслуженную Нобелевскую премию по физике. Графен представляет собой слой атомов углерода, связанных в гексагональную двумерную кристаллическую структуру. По сути, это плёнка углерода толщиной всего в один атом, обладающая упорядоченной кристаллической структурой [1].

Графен обычно представляется в двух полиморфных модификациях: однослойной (SLG) и двухслойной (BLG). Их структура способная проводить электричество даже в предельной концентрации носителей, поскольку электроны практически не замедляются. Кроме возможной сверхпроводимости, механические свойства графена также впечатляют, предел прочности на растяжение 130 ГПа, тогда как, например, категория высокопрочных сталей считается, когда стали имеют прочность 2,0 ГПа. Высокая прочность, это особенности межатомных связей у графена. Модуль Юнга $E = 1,0 \pm 0,1$ ТПа, удельное сопротивление $1,67 \times 10^{-7}$ Ом $\times$ м.

Необходимо отметить, что графен ведет себя стабильно в окружающей среде, практически не вступает в реакцию с другими атомами, однако в ряде случаев, есть вероятность «поглощать» чужеродные атомы и, соответственно, вступать в реакцию модифицируя свою структуру.

Уникальность графена заключается также в том, что его структура схожа со структурой полупроводников, однако он сам проводит электричество, как проводник. Как уже упоминалось, графен обладает высокой подвижностью носителей заряда. Благодаря этому он значительно быстрее реагирует в устройствах с датчиками обнаружения сигналов по сравнению с другими материалами.

Одной из самых сложных задач в производстве графена является разработка метода, который обеспечивает высокую степень чистоты графена и применим для производства материала в больших объёмах.

Для электроники почти единственным на сегодняшний день препятствием для его применения является невозможность управления электронным потоком по графену, он не останавливается, движущиеся электроны преодолевают препятствия (туннельный эффект) [2, 3].

За 20 лет после вручения премии вышло больше огромное количество научных работ, посвященных графену и его свойствам. Доля таких исследований среди всех остальных постоянно растет.

По прогнозам аналитиков, объем рынка графена к 2034 году составит 6 млрд. долларов США, среднегодовой процент прироста объема будет составлять около 30 %. Отметим, что если в 2023 году этот показатель на мировом уровне составил около 330 млн. долларов США, то в 2024 году приблизился к 440 млн. долларов США [4].

Наиболее полноценно на постсоветском пространстве проблемами развития графена и его технологий занимается в Институте графена в Москве, например, проводятся работы по созданию ряда функциональных материалов: графеновых паст с теплопроводностью до 8-15 Вт/м·К, графеновых прокладок с теплопроводностью до 10-20 Вт/м·К и пр. Однако российский рынок занимает ничтожно малую долю мирового рынка графена, например суммарное потребление графена в РФ за период 2010-2020 гг. не превышало 5–10 кг в год, что составило порядка 0,1 % мирового производства [5].

С точки зрения экономической рентабельности графен остается дорогим материалом. Конкретные данные о ценах на графен трудно найти, но относительно недавние оценки указывают на коммерческую стоимость графена до 10 000 долл. США/кг. Однако стоимость может сильно варьироваться, поскольку цена графена определяется рядом факторов, таких как метод производства, форм и самое главное это его качество и количество.

Отметим, учитывая бурный рост направлений в технике, электронике, где он используется, массовое производство графена в настоящий момент всё-таки не налажено. Были заявления, как крупных компаний, так и руководителей мелких и различных стартапов, например компании Paragraf, которая заявляла о практически готовом производстве графена в виде дисков с диаметром до 200 мм еще 2019 году, однако проект так и не запустился.

Литература

1. Дмитриев, А. С. Введение в наноэнергетику / А. С. Дмитриев, И. А. Михайлова. – М. : Изд-во МЭИ. – 2011. – 318 с.
2. Гордеев, В. С. Графен, современный материал 21 века. в сборнике : молодая инновационная Чувашия: творчество и активность / В. С. Гордеев, И. А. Масленников, В. Л. Душина. – 2021. – С. 184–185.
3. Аметистов, Е. В. Графен как материал будущего, или революция в создании принципиально новых материалов. Региональная политика и энергосбережение. – № 3. – 2021. – с. 68–69.
4. Graphene market size, share, and trends 2025 to 2034 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.precedenceresearch.com/graphene-market/>. – Дата доступа: 20.03.2025.
5. Графен и его применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nur.kz/>. – Дата доступа: 20.03.2025.

М. О. Прядко
(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. **Н. В. Иноземцева**, канд. техн. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НА ВРЕМЯ РЕЛАКСАЦИИ ПРИ ПЛАКИРОВАНИИ ВОЛОЧЕНИЕМ

Способы нанесения металлических покрытий плакированием, или за счет совместной пластической деформации наносимого и покрываемого металлов являются достаточно высокопроизводительными и относительно неэнергоёмкими по сравнению с большим многообразием других способов нанесения покрытий. Среди способов нанесения металлсодержащих покрытий на металлическую проволоку одним из наиболее эффективных и производительных способов является процесс совместной деформации порошка материала покрытия и металлической основы в волоке [1]. Такой процесс называют плакированием волочением.

К одной из проблем процесса относится качество соединения слоев, которое определяет эксплуатационные свойства биметаллической проволоки. Для достижения адгезии между слоями необходимо выполнение условия:

$$t_{\partial} \geq t_a \geq t_p, \quad (1)$$

где t_{∂} – длительность совместной пластической деформации, с;

t_a – длительность активации поверхности менее деформируемой основы в зоне соединения, с;

t_p – длительность релаксации остаточных напряжений в покрытии, с.

Время релаксации остаточных напряжений в покрытии определяется зависимостью [1, 2]:

$$t_p = t_0 \exp\left(\frac{U}{R^* \cdot T}\right), \quad (2)$$

где t_0 – период собственных колебаний атомов около равноосного положения,
 $t_0 = 10^{-13}$ сек;

R^* – универсальная газовая постоянная, $R^* = 8,31 \text{ Дж}/(K \cdot \text{моль})$;

T – температура в очаге деформации, которая определяется как среднее арифметическое начальной температуры T_0 и температуры металла на выходе из очага деформации, K;

U – энергия активации процесса, контролирующего релаксацию внутренних напряжений, Дж.

На основе анализа используемых видов энергии U [2,3], сделано предположение о возможности использования в качестве этой характеристики энергии активации самодиффузии по границам зерен при для процессов, протекающих при $T > 0,5T_{nl}$ и энергии термически активируемых процессов (поперечное скольжение, пересечение дислокаций, трение в решетке, обусловленное, силами Пайерлса) для процессов, протекающих при $T \leq 0,5T_{nl}$.

Для выбора определенных параметров процесса необходимо изучить их степень влияния на условие достижения адгезии при волочении. Для определения степени влияния параметров процесса на t_p , воспользуемся методикой графической интерпретации зависимостей для данных величин, так как проведение численного эксперимента не позволяет решить эту задачу, ввиду сложной взаимосвязи параметров. Для зависимостей, входящих в t_p , необходимо выбрать численные данные для параметров v_n, R, ε, T_0 . Диапазоны параметров выбираются на основе технологических рекомендаций следующие: $v_n = [0,033 \dots 0,2] \text{ м/с}$, $T_0 = [20 \dots 430] \text{ }^\circ\text{C}$, $R = [0,5d_1 \dots 2,885d_1] \text{ мм}$, $R = [50 \dots 500] \text{ мм}$. Степень деформации ε определяется по зависимости: $\varepsilon = 1 - (d_1/d_0)^2$, где $d_0 = 3,15 \text{ мм}$ – диаметр проволоки до волочения, d_1 – диаметр проволоки после волочения. Изменяя величину $d_1 = [3,19 \dots 2,82] \text{ мм}$, степень деформации меняется в пределах $\varepsilon = [2 \dots 20] \%$. Для ступенчатого изменения параметров выбраны следующие величины:

$v_1 = 0,033 \cdot 10^{-3} \text{ м/с};$	$R_1 = 0,5 \cdot d_1 \text{ мм};$	$\varepsilon_1 = 2 \%$	$d_1 = 3,19 \text{ мм};$
$v_2 = 0,070 \cdot 10^{-3} \text{ м/с};$	$R_2 = 1,0 \cdot d_1 \text{ мм};$	$\varepsilon_2 = 7 \%$	$d_2 = 2,95 \text{ мм};$
$v_3 = 0,110 \cdot 10^{-3} \text{ м/с};$	$R_3 = 1,5 \cdot d_1 \text{ мм};$	$\varepsilon_3 = 12 \%$	$d_3 = 3,04 \text{ мм};$
$v_4 = 0,150 \cdot 10^{-3} \text{ м/с};$	$R_4 = 2,0 \cdot d_1 \text{ мм};$	$\varepsilon_4 = 17 \%$	$d_4 = 2,87 \text{ мм};$
$v_5 = 0,200 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}.$	$R_5 = 2,885 \cdot d_1 \text{ мм};$	$\varepsilon_5 = 20 \%$	$d_5 = 2,82 \text{ мм}.$

При анализе в качестве постоянных параметров выбраны

$$v_n = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; \quad d_1 = 2,95 \text{ мм}; \quad R = 2,885 \cdot d_1 \text{ мм}; \quad \varepsilon = 12 \%; \quad T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Используя формулы для времени релаксации и выбранные величины параметров для различных пар металлов, построены графики (рисунки 1–3).

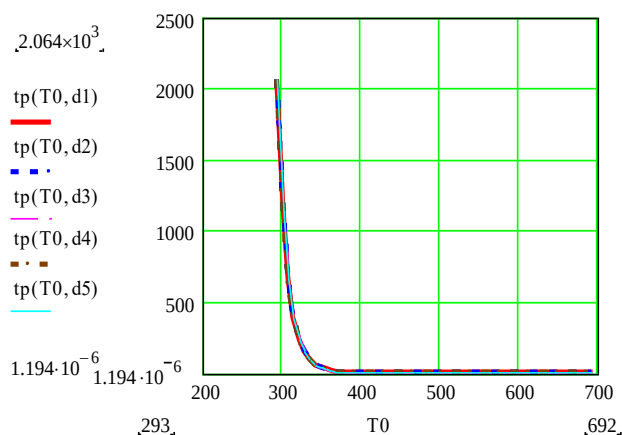


Рисунок 1 – Зависимость времени релаксации t_p пары металлов сталь-цинк от T_0 и ε при $R = \text{const}$, $v_n = \text{const}$

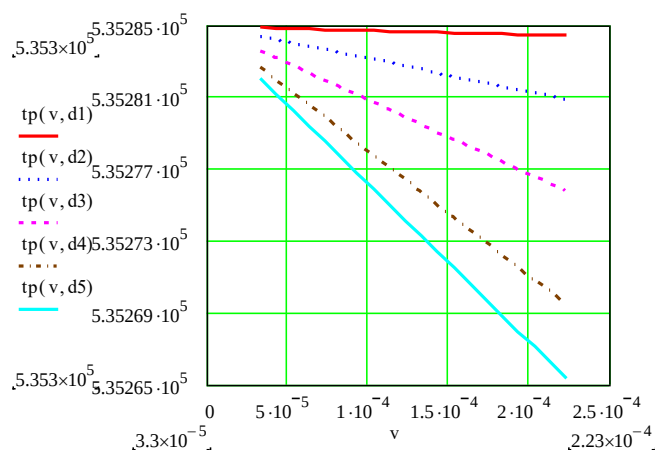


Рисунок 2 – Зависимость времени релаксации t_p пары металлов сталь-цинк от v_n и ε при $R = \text{const}$, $T_0 = \text{const}$

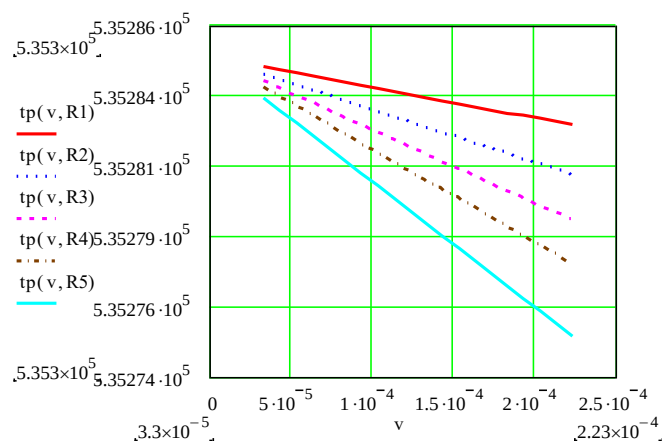


Рисунок 3 – Зависимость времени релаксации t_p пары металлов сталь-цинк от v_n и R при $T_0 = \text{const}$, $\varepsilon = \text{const}$

Анализ графиков (рисунки 1–3) показывает, что наибольшее влияние на величину времени релаксации оказывает начальная температура в очаге деформации. Такие величины как скорость деформирования, радиус прокатных валков, степень деформации существенного влияния в данных диапазонах на время релаксации не оказывают (рисунок 3).

Изменением величин скорости и степени деформации можно добиться получения условия адгезии.

Литература

1. Иноземцева, Н. В. Анализ условия соединения покрытия с основой при плакировании волочением / Н. В. Иноземцева, Ю. Л. Бобарикин, О. М. Валицкая // Материалы, технологии, инструменты. – 2004. – т.9. – №1. – с. 30–35.
2. Каракозов, Э. С. Диффузионная сварка титана / Э. С. Каракозов, Л. М. Орлова, В. В. Пешков. – М. : Металлургия, 1977. – 272 с.
3. Гарофало, Ф. Законы ползучести и длительной прочности металлов и сплавов / Ф. Гарофало. – М. : Металлургия, 1968. – 304 с.

Ю. А. Ребров
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ И СООБЩЕНИЯМИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

В современном мире веб-приложения для обмена сообщениями и информацией играют важную роль в коммуникации между людьми. С развитием интернета и цифровых технологий пользователи стремятся к быстрому и удобному обмену данными, будь то личная переписка, рабочие чаты или корпоративные платформы для совместной работы. В связи с этим разработка безопасных, удобных и функциональных мессенджеров становится актуальной задачей.

Современные приложения для обмена сообщениями должны не только обеспечивать передачу текстовых сообщений, но и поддерживать мультимедийный контент, защищённую авторизацию, шифрование данных, а также эффективное управление пользователями. Важную роль играет также интеграция с различными сервисами и платформами, что позволяет расширить функциональные возможности системы.

Целью данного проекта является разработка веб-приложения для обмена сообщениями и информацией, которое сочетает в себе удобство использования, высокий уровень безопасности и современные технологии веб-разработки.

В рамках дипломного проекта спроектирована и реализована система, включающая функционал регистрации и авторизации пользователей, отправки сообщений в индивидуальных и групповых чатах, а также возможность администрирования системы. Для реализации проекта использованы современные технологии, включая Django для серверной части, React для клиентского интерфейса, а также MobX для управления состоянием приложения.

Разработка веб-приложения для обмена сообщениями позволила создать удобный и надёжный инструмент для эффективной коммуникации пользователей. Проектирование системы включает в себя анализ требований, проектирование архитектуры, реализацию и тестирование, а также оценку безопасности передаваемых данных.

Литература

1. Мессенджеры – настоящее и будущее эффективного взаимодействия с клиентами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brizo.ru/biznes-blog/whatsapp-brizo-crm>. – Дата доступа: 20.02.2025.

К. А. Свирепа
(БрГТУ, Брест)
Науч. рук. **Н. Н. Ворсин**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АНАЛИТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ПОЛЯ В МАГНИТНОМ СТЕНКОМЕРЕ

Создание приборов магнитного зондирования требует решения задач расчёта магнитных полей, создаваемых соответствующими зондами. Даже если конструкция зонда определена, расчёт его поля не является простой задачей, в виду сложных граничных условий. Использование средств компьютерного моделирования полей, таких как Comsol, Femlab, Elcut., позволяет решить любую полевую задачу, однако с потерей параметрической общности решения. Если же имеется множество параметров, необходим

многократный пересчёт для различного их сочетания, что осложняет понимание физической сути результатов. Поэтому остаётся актуальным классический подход к расчёту поля, основанный на допустимых упрощениях и аппроксимациях. Ниже приводятся результаты такого анализа, проведённого в ходе построения магнитного толщиномера стенок (стенкомера).

На рисунке 1 показано в разрезе устройство зонда магнитного стенкомера. Зонд имеет форму кругового цилиндра с конусным наконечником. Принцип работы заключается в том, что постоянный магнит – 5 притягивает через измеряемую стенку – 2 ферромагнитный шар – 1, который расположится в точке минимума его потенциальной энергии т.е. над вершиной зонда. Ферромагнитный шар при этом намагничивается и создаёт собственное магнитное поле. С помощью датчика Холла измеряется индукция суммарного поля, по величине которой формируется оценка толщины измеряемой стенки.

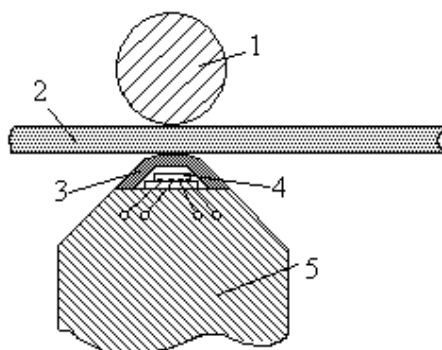


Рисунок 1 – Разрез зонда магнитного стенкомера: 1 – ферромагнитный шар; 2 – измеряемая стенка; 3 – защитный колпачок; 4 – датчик Холла; 5 – постоянный магнит

Из этого описания следует, что несмотря на простоту формы, зонд характеризуется большим числом параметров, таких как диаметр магнита, его коэрцитивная сила, диаметр ферромагнитного шара, его проницаемость, расстояние от датчика до магнита, расстояние от датчика до вершины защитного колпачки, и т.п. Ранее данная задача была решена для заданного набора параметров путём компьютерного моделирования поля программой Elcut [1]. Для получения общего решения рассмотрим в классическом виде задачу расчёта поля ферромагнитного шара, помещённого во внешнее поле.

Классическое решение этой задачи для однородного внешнего поля имеется во многих источниках, например в [2]. Результатом решения является следующая формула, которая в полярной системе координат, выражает напряжённость поля в точке наблюдения с координатами r, θ :

$$\vec{H} = \vec{H}_0 - H_0 \frac{a^3}{r^3} \left(\vec{1}_r 2 \cos(\theta) + \vec{1}_\theta \sin(\theta) \right), \quad (1)$$

где a – радиус шара,

H_0 – напряжённость внешнего поля, намагничивающего шарик. Если рассматривать поле только на оси магнита, создающего внешнее поле, то угол $\theta = \pi$, и формула становится очень компактной.

Согласно (1) поле в точке наблюдения представляет собой сумму внешнего поля – первое слагаемое и поле намагниченного шара – второе слагаемое. Множитель H_0 перед вторым слагаемым — это напряжённость намагничивающего поля. Поскольку реальное поле неоднородно, напряжённости внешнего поля в точке наблюдения и поля намагничивающего шар будут различны. Полагая точку наблюдения на оси магнита, т.е. $\theta = \pi$, подставим в (1) различные напряжённости внешнего и намагничивающего полей

$$\vec{H} = \vec{H}_{01} + 2\vec{H}_{02} \frac{a^3}{r^3}. \quad (2)$$

Это и есть скорректированная формула суммарного магнитного поля, в которой H_{01} – поле магнита в точке наблюдения, H_{02} – поле того же магнита, но в точке расположения шара, r – расстояние от шара до точки наблюдения. Согласно (2) напряжённость поля намагниченного шара убывает при удалении от него по кубическому закону. При построении стенкомеров это обстоятельство накладывает ограничения на выбор диаметра индикаторного шара, так как величина $(a/r)^3$ должна сохранять приемлемое значение, сравнимое с величиной первого слагаемого в (2).

Напряжённости внешнего поля H_{01} и H_{02} определяются при известной форме и размерах используемого магнита. В случае применения цилиндрического магнита с радиусом R и остаточной индукцией B_0 , можно воспользоваться известными формулами для индукции поля на оси магнита [2]. В результате получим следующее выражение для индукции поля в зоне расположения датчика:

$$B = \frac{B_0}{2} \left(1 - \frac{s}{\sqrt{R_0^2 + s^2}} \right) + B_0 \left(1 - \frac{s+a+h}{\sqrt{R_0^2 + (s+a+h)^2}} \right) \frac{a^3}{(a+h)^3}. \quad (3)$$

В этой формуле s – расстояние от магнита до датчика, h – расстояние от датчика до шара. Формула (3) многократно сравнивалась с результатами компьютерного моделирования [1] и экспериментальными данными.

Эти проверки показали правомочность и хорошую точность данной формулы. На рисунке 2 показан результат одной из проверок. Приведён график зависимости показаний датчика Холла, приклеенного к торцу цилиндрического магнита, от расстояния h между датчиком и ферромагнитным шаром. Диаметр шара $2a = 4$ мм. Сплошной линией показан график, рассчитанный по формуле (3), а точками – результаты измерений. Из графика видно, что максимальная относительная погрешность, даваемая расчётной формулой (3), не превышает 3 % при том, что погрешности измерительной аппаратуры имеют тот же порядок величины.

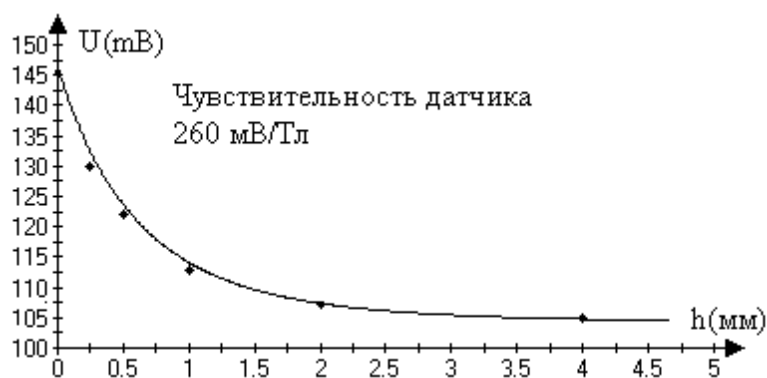


Рисунок 2 – График зависимости выходного напряжения датчика Холла от расстояния между индикаторным шаром и защитным колпачком зонда

Согласно (3) величина сигнала датчика, обусловленная близостью шара, определяется отношением h/a . По величине этого отношения можно разбить весь диапазон на три участка. Первый участок, который можно назвать измерительным, заключён в диапазоне $0 < h/a < 0.5$. Здесь имеется сильная зависимость B от h , позволяющая добиться

хорошей разрешающей способности измерителя. Вторым участком, названный индикаторным, находится в диапазоне $0.5 < h/a < 1$. Разрешающая способность измерителя на этом участке, особенно в верхней части, существенно хуже, чем на измерительном. Наконец при $h/a > 1$ погрешность измерений будет непозволительно большой для измерительного прибора.

Из полученной формулы (3), в которой имеется 5 свободных параметров, следует также весьма важный для практики вывод о числе необходимых калибровок прибора, число которых должно быть не менее 5. Каждая из Калибровок заключается в измерении известной толщины эталонной стенки и записи результата измерения в память прибора.

Литература

1. Свирепа, К. А., Седко, М. А., Моделирование поля в магнитном стенкомере / сб «Актуальные вопросы физики и техники» Гомель, ГГУ им. Франциска Скорины 2024. – С. 109–111.
2. Бухгольц, Г. Расчет электрических и магнитных полей / Г. Бухгольц. – М. : Издательство иностранной литературы, 1961. – 712 с.

А. А. Толкачёва

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. А. Лукашевич**, ст. преподаватель

КАСТОМИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ GLIDE

Мобильное приложение “NeuroSearch” предназначено для упрощения и оптимизации работы, процессов в разных задачах. Приложение разрабатывается для операционной системы Android.

Функциональные требования:

– Главное меню

1) Главное меню, содержащее следующие разделы:

– библиотека;

– чат;

2) Библиотека:

– раздел содержит разные виды библиотек;

– содержит введение.

3) Чат:

– онлайн чат.

Нефункциональные требования:

– поддержка операционной системы Android и IOS;

– языки – поддержка русского языка;

– системы оповещений – Возможность отправки уведомлений пользователям о новых материалах и обновлениях;

– защита данных – защита данных пользователей и обеспечение конфиденциальности и анонимности в соответствии с законодательством о защите данных.

Варианты использования:

– регистрация и создание профиля – пользователь регистрируется в приложении, вводя свой адрес электронной почты. После регистрации, пользователь может добавить свои личные данные и информацию о своем образовании и опыте;

- настройки и персонализация – пользователь настраивает приложение согласно своим предпочтениям;
- связь с поддержкой – пользователь может связаться с службой поддержки через форму обратной связи или контактную информацию;

- авторизация и управление профилем – пользователь может войти в приложение, зарегистрироваться или управлять своим профилем.

Дизайн и интерфейс:

- интуитивно понятный и привлекательный дизайн интерфейса;
- хорошо продуманный UX (пользовательский опыт) для облегчения навигации.

Оптимизация для мобильных устройств:

- полная оптимизация приложения для мобильных устройств, включая смартфоны и планшеты.

Доступность:

- предоставление доступа ко всем функциям приложения для пользователей с ограниченными возможностями.

Безопасность:

- обеспечение безопасности данных пользователей и шифрования при необходимости.

Обновления и поддержка:

- регулярные обновления приложения с исправлением ошибок и добавлением новых функций;

- поддержка пользователей через службу поддержки.

Тестирование:

- после разработки приложения, проводится тестирование, включая функциональное тестирование, тестирование на производительность и тестирование на безопасность, чтобы гарантировать качество и надежность приложения;

- содержит описание основных функций и особых требований к мобильному приложению “NeuroSearch”, которое разработано для удобства пользователя.

В целом, нейросети могут служить мощным инструментом для студентов, дизайнеров, копирайтеров и программистов, помогая улучшить качество и продуктивность выполнения поставленных задач, а также расширить возможности в различных областях деятельности.

Основное преимущество использования библиотек нейронных сетей заключается в том, что они предоставляют готовые реализации сложных алгоритмов, которые могут быть трудны для реализации с нуля. Это позволяет обычным пользователям сосредоточиться на решении конкретных задач, не тратя время на реализацию и оптимизацию алгоритмов. Однако, несмотря на доступность библиотек нейронных сетей, они все ещё остаются сложными и требуют определенного уровня знаний для эффективного использования. Поэтому разработка и поддержка таких библиотек является важной задачей, чтобы сделать машинное обучение доступным и полезным для всех. В дальнейшем планируется продолжить развитие библиотеки, добавить новые функции и улучшить существующие, чтобы сделать работу с нейронными сетями еще более удобной и эффективной.

Литература

1. Нейронные сети для обработки информации [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://www.techbook.ru/book.php?id_book=869. – Дата доступа: 20.09.2024.

2. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://xn--d1ag.xn--e1a4c/tmp/Bibl_progr_Sb_187kn. – Дата доступа: 10.10.2024.

Ю. Д. Трондина
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А. С. Руденков**, канд. техн. наук, доцент

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА СРЕДСТВАМИ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ

Определение фазового состава углеродных покрытий с использованием спектроскопии комбинационного рассеяния являются важной задачей, направленной на получение точной и надёжной информации о структурных и фазовых характеристиках углеродных материалов. Это знание необходимо для оценки свойств покрытий, оптимизации технологий их нанесения и улучшения эксплуатационных характеристик в различных областях применения.

Для начала важно изучить теоретические основы Рамановской спектроскопии, что позволит понять принципы работы этого метода и его возможности в исследовании углеродных материалов. Разные типы углеродных покрытий, такие как графит, алмазоподобный углерод и другие, обладают уникальными спектроскопическими признаками, которые необходимо выявить и проанализировать.

Следующим шагом станет разработка методики измерений, которая включает в себя подбор оптимальных параметров для проведения Рамановских исследований. После этого можно будет провести экспериментальные исследования на образцах покрытий на основе углерода и получить спектры.

Рассеяние света – совокупность физических явлений (отражение, преломление, дифракции), которые влияют на направление распространения света в веществе и могут изменять длину волны света [1].

Типы рассеяния света:

1. Эластичное (упругое) Рэлеевское – без изменения длины волны света.
2. Неэластичное (неупругое) Рамановское – с изменением длины волны света.

Явление комбинационного рассеяния основано на эффекте неупругого рассеяния оптического излучения на молекулах вещества. Это означает, что рассеянный свет отличается по частоте от частоты падающего света в веществах (твёрдых, жидких, газообразных, порошках, взрывных веществах), поэтому этот метод позволяет исследовать структуру вещества [1]. Схематично явление комбинационного рассеяния на подложке изображено на рисунке 1.

Стоксово комбинационное рассеяние (красный спектр) сопровождается увеличением длины волны рассеянного света. Наблюдается в случае, если молекула находится в невозбужденном состоянии и при взаимодействии со светом происходит испускание кванта меньшей энергии, то есть молекула оставляет себе часть энергии, что приводит к её переходу на подуровень выше.

Антистоксово комбинационное рассеяние (голубой спектр) сопровождается уменьшением длины волны рассеянного света. Наблюдается в случае, если молекула находится в возбужденном состоянии и при взаимодействии со светом происходит рассеяние света большей энергии, то есть молекула с высокого колебательного подуровня переходит на нижний подуровень.

Рэлеевское рассеяние (зеленый спектр) – упругое рассеяние света, которое не сопровождается изменением длины волны и частоты.

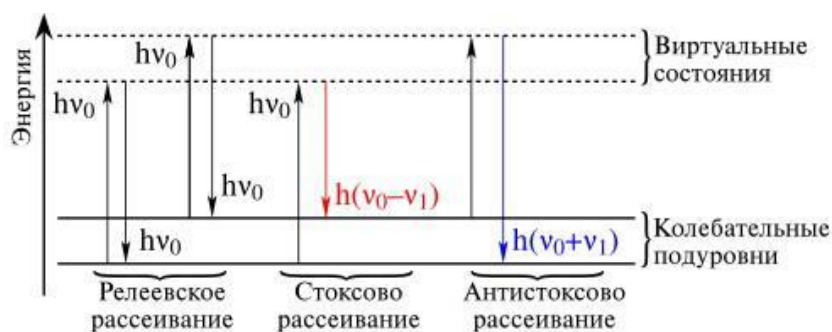


Рисунок 1 – Рассеяние света на подложке

Углеродное покрытие – структура, которая представляет собой комбинации алмазных (sp^3) и графитоподобных (sp^2) связей. Также известно, что углерод может образовывать множество аллотропных форм из-за своей валентности и иметь три гибридизации: sp^3 , sp^2 и sp [2].

Наиболее распространёнными аллотропными формами углерода являются алмаз, графит и аморфный углерод, также существуют фуллерены и карбин.

Покрывтия обычно подразделяются на две группы, в зависимости от содержания водорода в структуре:

1. Покрывтия, которые получают при помощи графитовых мишеней и содержат в своей структуре в основном углерод, называемые аморфным углеродом с преобладающей sp^2 – гибридизацией (a-C) или аморфным алмазом с высоким содержанием (более 50 %) sp^3 – фазы (ta-C) [2].

2. Покрывтия, которые получают в результате реакции водорода и углерода. Эти покрывтия называют гидрогенизированным аморфным углеродом (a-C:H).

Спектрометр Senterra позволяет проводить измерения спектров комбинационного рассеяния. Он имеет возможность проводить измерения жидких веществ и твердых образцов: стеклообразных, кристаллических, тонких пленок (рисунок 2).

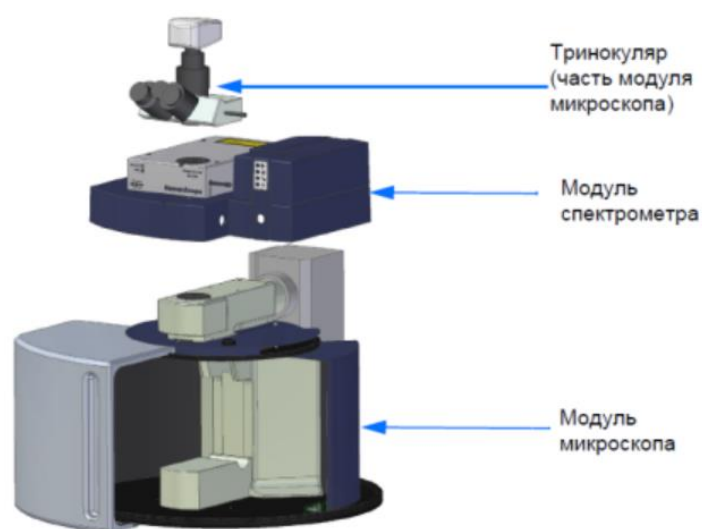


Рисунок 2 – Схематичное изображение спектрометра Senterra

Прибор состоит из микроскопа и спектрометра. Микроскоп оборудован кюветным держателем, который позволяет изучать образцы в жидкой фазе, и микрообъективами

от четырёхкратного до стократного увеличения, чтобы исследовать образец вплоть до мельчайших неоднородностей на его поверхности.

Для того, чтобы убрать упруго рассеянный свет, так называемое Рэлеевское рассеяние, используется фильтр. Затем спектр направляется на поворотную турель с двумя дифракционными решётками с шагом 400 и 1200 штрихов/мм и далее рассеянный свет, разложенный в спектр, попадает на регистрирующую систему, после чего мы видим изображение спектра на экране компьютера.

При сравнении спектров различных аллотропных модификаций углерода видна существенная их разница [3]. Так, если наиболее интенсивная полоса в спектре КР у алмаза – 1332 см^{-1} , то в спектре графита она смещена к 1582 см^{-1} (рисунок 3).

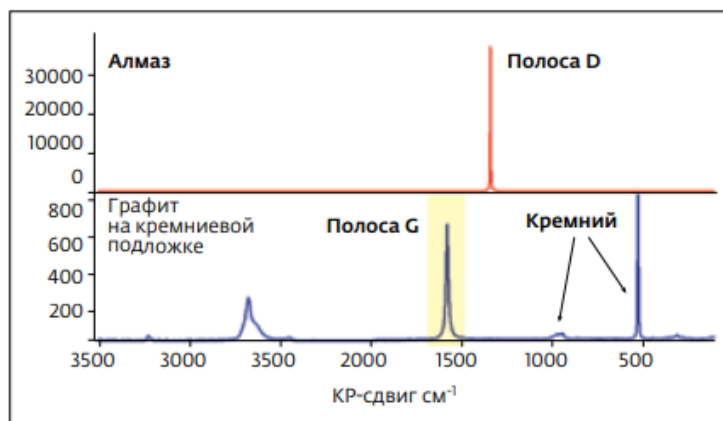


Рисунок 3 – Сравнение КР спектров алмаза и графита

Полоса КР графита 1582 см^{-1} обычно называется полосой G (от Graphite), полоса алмаза – полосой D (от Diamond). Полоса G смещена, поскольку она относится к углероду в sp^3 – состоянии в структуре алмаза [3]. Дополнительные полосы в спектре графита указывают на наличие в его структуре различных углерод-углеродных связей.

Таким образом, использование Рамановской спектроскопии для анализа фазового состава углеродных покрытий является эффективным инструментом неразрушающего контроля, позволяющим точно идентифицировать различные аллотропные модификации углерода.

Литература

1. Разработка и постановка лабораторных работ по курсу «Нanomатериалы и нанотехнологии» [Электронный ресурс] / Студбук. – Режим доступа: https://studbooks.net/1274927/pedagogika/razrabotka_i_postanovka_laboratornyh_rabot_po_kursu_nanomaterialy_i_nanotehnologii_. – Дата доступа: 15.03.2025.
2. Завидовский, И. А. Влияние параметров импульсно-плазменного осаждения углеродных покрытий на их структуру, электрофизические и антибактериальные свойства: дис. канд. физ.-мат. наук: 1.3.5. / И. А. Завидовский. – М., 2022. – 145 с.
3. Тихомиров, С. Спектроскопия комбинационного рассеяния – перспективный метод исследования углеродных наноматериалов / С. Тихомиров, Т. Кимстач // Аналитика. – 2011. – № 1.

А. И. Филон
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ИГРЫ «САПЁР»

В нынешних реалиях одной из важнейших задач является разработка и обучение нейросетей для решения разнообразных проблем, включая их применение в игровой сфере. Искусственный интеллект (ИИ) все активнее используется для автоматизации сложных процессов, требующих умения анализировать данные, выстраивать стратегии и принимать решения в условиях неопределенности. Одним из ярких примеров подобной задачи является классическая игра «Сапёр», в которой игрок, опираясь на ограниченную информацию, должен определить местоположение мин на игровом поле. Для успешного прохождения требуется не только логическое мышление и внимательность, но и способность прогнозировать возможные ситуации. В данной работе рассматривается процесс создания и обучения нейросетевой модели, предназначенной для автоматического решения этой задачи. Основная цель исследования – разработка интеллектуального алгоритма, способного анализировать игровое пространство, предсказывать расположение мин и повышать вероятность успешного завершения игры.

В ходе реализации поставленной цели были пройдены следующие этапы. На первом этапе была разработана программная модель игры "Сапёр" с использованием библиотеки tkinter, что позволило создать удобный графический интерфейс для взаимодействия с пользователем. Следующим шагом стало моделирование игрового процесса и генерация игровых полей различной сложности, которые впоследствии использовались в качестве обучающих данных для нейросети. После этого была создана архитектура искусственной нейронной сети, основанная на платформе TensorFlow [1]. В ее основу легли сверточные слои, предназначенные для анализа пространственных взаимосвязей между клетками игрового поля, а также рекуррентные элементы, позволяющие учитывать последовательность открываемых клеток и выявлять закономерности в ходе игры.

После подключения необходимых библиотек в начале кода создаются две ключевые переменные – FIELD_SIZE и NUM_MINES. Эти переменные задают размерность игрового поля и количество мин соответственно. Они играют важную роль, так как определяют уровень сложности игры. FIELD_SIZE указывает на размеры игрового пространства, влияя на масштаб задачи как для игрока, так и для модели. Увеличение этого значения усложняет задачу, так как число возможных комбинаций расположения мин возрастает. NUM_MINES определяет количество мин, размещаемых на поле. Чем больше это значение, тем выше сложность игры, так как вероятность безопасного хода снижается. Эти параметры используются не только для формирования игровых условий, но и для обучения нейронной сети. Во время подготовки данных для модели именно они определяют, каким будет распределение мин и насколько сложные ситуации ей придется анализировать. Таким образом, FIELD_SIZE и NUM_MINES являются не просто настройками игры, но и ключевыми компонентами процесса обучения искусственного интеллекта, обеспечивая баланс между сложностью задач и возможностями модели.

Основная идея решения заключается в том, чтобы программа использовала обученную нейронную сеть для прогнозирования вероятности нахождения мин в ячейках игрового поля. Решение включает несколько ключевых этапов. На первом этапе осуществляется сбор данных для обучения нейросети. Для этого генерируются игровые

поля с различными минными расположениями. На основании положения мин создаются числовые подсказки, указывающие на количество мин в соседних клетках. Эти подготовленные данные используются в качестве входных параметров для модели, а истинные метки (расположение мин) – в качестве выходных значений. Далее осуществляется процесс обучения нейронной сети, в ходе которого модель изучает закономерности между числовыми подсказками и реальным положением мин. Процесс обучения включает многократный анализ данных, корректировку весов модели и оптимизацию точности предсказаний [2]. После завершения обучения нейросеть интегрируется в игровой процесс. В реальном времени она анализирует состояние игрового поля, делает предсказания и предлагает безопасные клетки для хода либо помечает предполагаемые мины. Такой подход позволяет объединить классическую игровую механику «Сапёра» с элементами искусственного интеллекта, предоставляя пользователю возможность наблюдать за тем, как нейросеть решает задачу на практике.

Для оценки успешности работы модели были определены несколько ключевых критериев. Если нейросеть раскрывает все безопасные клетки, это говорит о том, что обучение прошло успешно, а уровень сложности подобран корректно (рисунок 1).

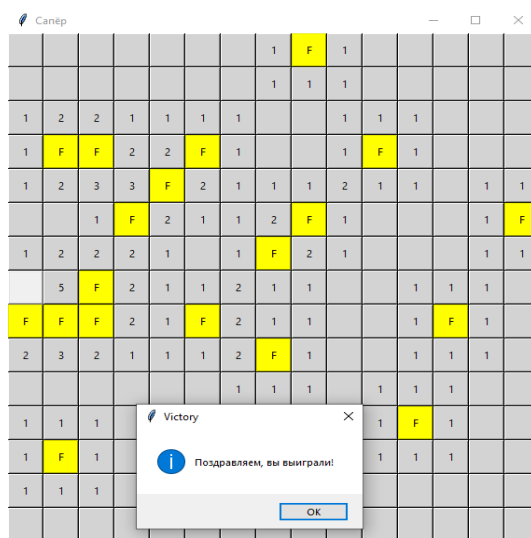


Рисунок 1 – Успешное завершение программы

В противном случае, если ИИ совершает ошибку и попадает на мину (рисунок 2), то это может свидетельствовать о нескольких возможных проблемах.

Во-первых, причиной может быть недообученность модели, возникающая из-за недостаточного количества обучающих примеров или недостаточного разнообразия тренировочных данных. Во-вторых, ошибка может быть связана с переобучением, когда нейросеть слишком сильно привыкает к определенным шаблонам и теряет способность адаптироваться к новым игровым ситуациям [3]. В-третьих, сложность игрового поля может быть слишком высокой, например, при чрезмерном количестве мин, что делает задачу предсказания слишком сложной даже для хорошо обученной модели. Учитывая эти факторы, дальнейшие улучшения алгоритма могут включать расширение обучающей выборки, оптимизацию архитектуры сети и использование дополнительных методов, таких как обучение с подкреплением, позволяющее модели лучше адаптироваться к сложным игровым ситуациям.

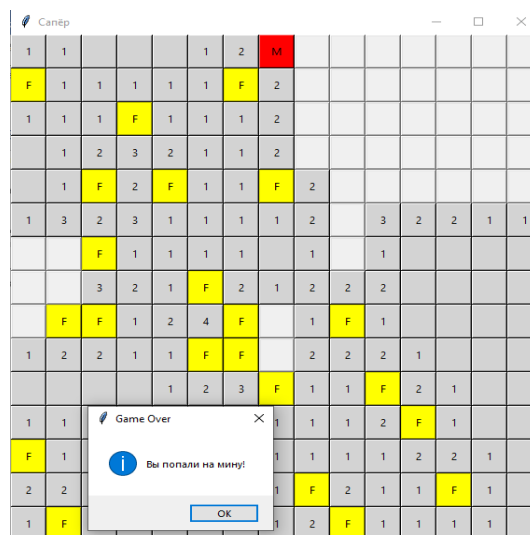


Рисунок 2 – Неудачное завершение программы

Разработанная нейросеть демонстрирует перспективность применения искусственного интеллекта в решении задач, связанных с прогнозированием и принятием решений в условиях высокой неопределенности.

Литература

1. Бенжио, Й. Глубокое обучение / Й. Бенжио, И. Гудфеллоу, А. Курвилл. – М. : ООО «Издательство ДМК Пресс», 2018. – 784 с.
2. Шолле, Ф. Практическое глубокое обучение на Python с использованием библиотек Keras и TensorFlow / Ф. Шолле. – М. : Издательство «ДМК Пресс», 2018. – 384 с.
3. Митчелл, Т. Машинное обучение. Основы и применения / Т. Митчелл. – М. : Мир, 2019. – 560 с.

Д. С. Чернокал

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

О СОЗДАНИИ ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

Создание Telegram-ботов в наше время приобретает всё большее значение как инструмент автоматизации бизнес-процессов, особенно в области электронной коммерции. В условиях динамичного рынка интернет-магазины стремятся использовать удобные и эффективные решения для улучшения общения с клиентами. Telegram-боты позволяют не только быстро обрабатывать пользовательские запросы, но и предоставлять актуальную информацию о товарах и заказах, а также выполнять множество дополнительных задач.

В связи с этим актуальной становится задача разработки программного обеспечения, которое реализует полноценный функционал Телеграм-бота, использующего библиотеку Aiogram 3 [1]. Эта библиотека предоставляет широкий спектр возможностей для создания интерактивных и многофункциональных ботов, способных решать разнообразные задачи и адаптироваться под потребности бизнеса.

В докладе подробно рассмотрены основные этапы разработки Телеграм-бота для управления товарами в интернет-магазине. Одной из ключевых функций такого бота

является просмотр товаров, что обеспечивает пользователям удобный и интуитивно понятный интерфейс для взаимодействия с ассортиментом магазина. Для реализации данного функционала разработан алгоритм, который можно разделить на несколько этапов.

На первом этапе создается объект бота с использованием уникального токена, предоставленного BotFather – официального сервиса платформы Телеграм для управления ботами. Этот токен служит идентификатором бота и обеспечивает безопасность взаимодействия между ботом и платформой Телеграм.

После создания объекта бота настраивается диспетчер (Dispatcher), который отвечает за обработку команд и сообщений от пользователей. Диспетчер связывает получаемые данные с соответствующими обработчиками, позволяя боту выполнять различные действия в зависимости от типа входящего сообщения. Таким образом, диспетчер становится центральным элементом, который управляет логикой работы бота и его взаимодействием с пользователями.

Для хранения данных о товарах, пользователях и их заказах используется база данных SQLite [2]. Этот выбор обусловлен тем, что SQLite является легковесной, встроенной и простой в использовании системой управления базами данных (СУБД), идеально подходящей для небольших и средних проектов. Благодаря своей компактности и отсутствию необходимости в отдельном сервере, SQLite позволяет быстро развернуть базу данных без сложных настроек, что существенно облегчает процесс разработки.

Создание и инициализация базы данных являются важными этапами разработки, так как они позволяют организовать структуру хранения информации. В рамках данного проекта структура базы данных включает таблицы для хранения информации о товарах, пользователях и их заказах. Это позволяет эффективно разделять и структурировать данные, обеспечивая быстрый доступ к нужной информации.

Определение структур данных для товаров и пользователей позволяет формализовать информацию и упростить процесс её обработки. Каждый товар может иметь поля, такие как наименование, описание, цена, наличие на складе и другие характеристики, что дает возможность пользователям получать полную информацию о каждом товаре.

После настройки базы данных и инициализации бота запускается основной цикл работы программы. Этот цикл непрерывно прослушивает входящие сообщения и команды от пользователей, обрабатывая их в реальном времени. Схема работы Телеграм-бота приведена на рисунке 1.

Основной цикл обеспечивает постоянную доступность бота, что является важным аспектом для интернет-магазинов, где пользователи могут отправлять запросы в любое время суток. Это позволяет обеспечить высокий уровень обслуживания клиентов и быстро реагировать на их запросы.

Когда пользователь отправляет команду /start, диспетчер вызывает соответствующий обработчик. Этот обработчик отвечает за отправку приветственного сообщения и инструкций по использованию бота, что помогает пользователям быстро ориентироваться в функционале.

Кроме того, могут быть предусмотрены дополнительные команды, такие как /help, /order и другие, которые помогают пользователям находить нужную информацию и использовать возможности бота на полную мощность.

Одной из самых востребованных функций является просмотр товаров. Когда пользователь выбирает соответствующую опцию, бот запрашивает информацию из базы данных о доступных товарах.

Затем бот формирует список товаров, который отправляется пользователю. Список может содержать название товара, его цену, краткое описание и другие параметры, такие как наличие на складе и особенности доставки. Часто используется кнопочный

интерфейс, что позволяет пользователю выбрать определенный товар для получения дополнительной информации или оформления заказа. Это значительно улучшает пользовательский опыт и делает процесс покупки более удобным.

В результате разработки был создан многофункциональный Телеграм-бот, схема работы которого приведена на (рисунок 1), с интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. Бот включает в себя структуру хранения данных, что значительно упрощает доступ к информации о товарах и позволяет быстро обновлять ассортимент. Кроме того, бот обеспечивает удобство управления заказами и может служить основой для более сложных проектов.

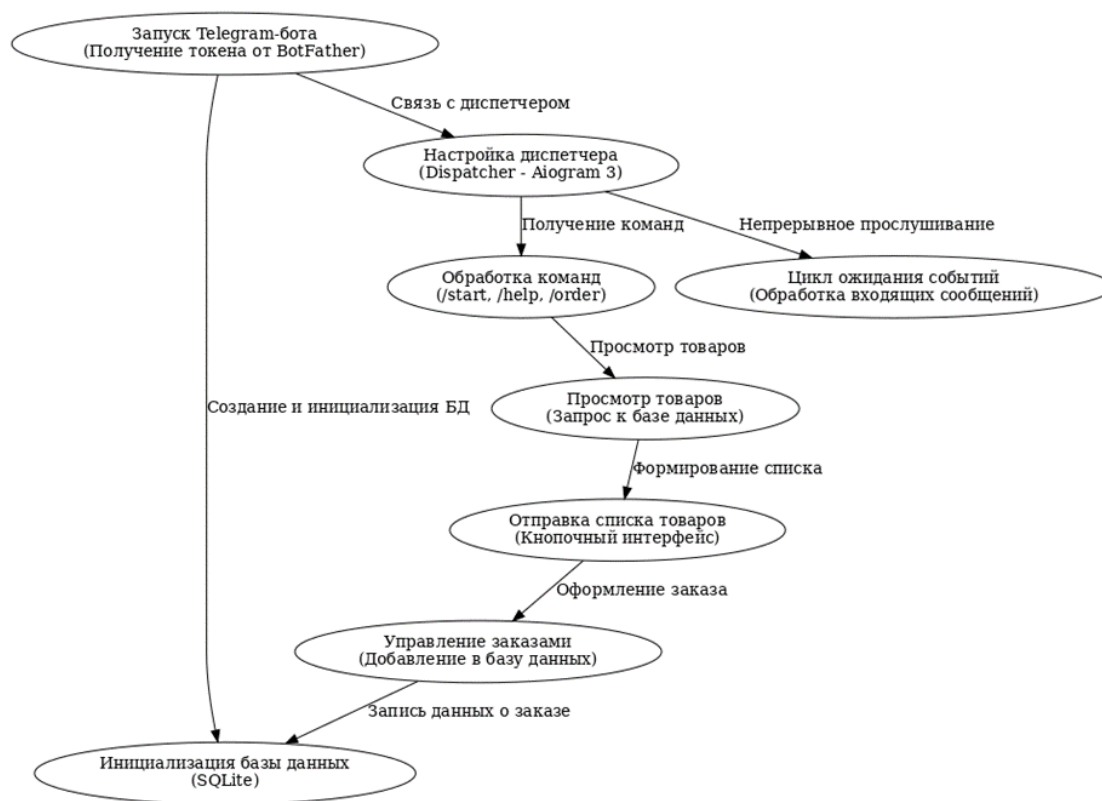


Рисунок 1 – Схема работы Телеграм-бота

Одним из возможных направлений развития такого бота является интеграция с платежными системами, что позволяет пользователям оформлять и оплачивать заказы прямо в мессенджере. Это открывает новые горизонты для автоматизации процессов интернет-магазина и улучшения пользовательского опыта, позволяя делать покупки более удобными и быстрыми.

Практическая значимость разработки заключается в том, что бот предоставляет удобный инструмент для управления покупками, а также демонстрирует основы работы с библиотекой Aiogram. Это делает его полезным не только для конечных пользователей, которые могут легко получать информацию о товарах и оформлять заказы, но и для разработчиков, которые изучают создание Телеграм-ботов. Полученные знания и опыт могут быть использованы для разработки более сложных систем автоматизации в различных областях, включая, но не ограничиваясь сферой услуг, образования и развлечений.

Таким образом, разработка Телеграм-ботов представляет собой актуальную и востребованную область, которая открывает новые возможности для бизнеса и улучшает взаимодействие между компаниями и их клиентами.

Литература

- 1 Aiogram 3 [Электронный ресурс]: aiogram 3.19.0 documentation. – Режим доступа : <https://docs.aiogram.dev/en/v3.19.0/#>. – Дата доступа : 24.03.25.
- 2 SQLite [Электронный ресурс]: SQLite documentation. – Режим доступа : <https://www.sqlite.org/docs.html>. – Дата доступа: 24.03.25.

Д. А. Шатон

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **М. И. Лискович**, ст. преподаватель

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Точность и качество обработки деталей играют центральную роль в обеспечении надежности и эксплуатационных свойств машин и механизмов. Современное машиностроение сталкивается с вызовами, связанными с необходимостью повышения стандартов обработки, что прямо связано с требованиями к долговечности и функциональности изделий.

Шероховатость поверхности – это одна из главных геометрических характеристик качества деталей, которая влияет на их эксплуатационные качества. Под воздействием различных факторов в процессе эксплуатации поверхности деталей подвергаются множеству внешних рисков. Износ трения, возникновение трещин от усталости, коррозионное и эрозионное разрушение, а также повреждения от кавитации – все эти явления происходят на поверхности деталей и в близком к ней слое. Таким образом, улучшение поверхности деталей при помощи специальных методов значительно повышает общее качество продуктов, особенно в отношении их надежности. Качество отделки поверхности критически важно для высококачественной работы гидроаппаратуры и зависит от материала, из которого изготовлены детали, и технологий их обработки. В процессе механической обработки (таких как резка, шлифование, полирование и т. д.) металлы подвергаются деформации под воздействием температур и нагрузок, а также загрязняются инородными частицами (например, частицами абразива и кислорода).

С учетом вышеизложенного, разработка и внедрение эффективных технологий, таких как магнитно-абразивная обработка (МАО), становится важной задачей. Внедрение метода МАО приводит к значительным улучшениям в точности и качестве обработки, что особенно необходимо для сложных деталей гидроаппаратуры и других систем машин.

В области машиностроения существует множество методов отделочной обработки, каждый из которых имеет свои особенности и специфическую область применения. К традиционным методам относятся такие как шлифование, полирование, хонингование и доводка, позволяющие достичь значительных параметров шероховатости поверхностей [1]. Каждый из методов обладает как преимуществами, так и недостатками, что определяет выбор оптимальной технологии в зависимости от конкретных требований к обработке.

Финишная обработка сложнопрофильных деталей представляет собой сложную и высокозатратную задачу, где около 60 % затрат продукции уходит на финишные операции. Попытки снижения времени финишной обработки и уменьшения расходов на эти процессы проводились в любой срок. Традиционная обработка свободным абразивом широко используется в ювелирной отрасли, так как большинство обрабатываемых деталей имеют сложные формы. Однако данный метод изучен намного меньше по сравнению с методами, использующими закреплённый абразив.

Современный этап технологий финишной обработки характеризуется стремлением к совершенствованию параметров оборудования для повышения результативности обработки, уменьшения энергозатрат и адаптируемости процессов.

Таким образом, магнитно-абразивная обработка представляет собой современные технологические решения, которые обеспечивают высокие уровни точности и качества. Этот способ обработки основан на использовании абразивных частиц внутри магнитного поля (рисунок 1), позволяя обеспечить непрерывный контакт с обрабатываемой поверхностью детали [2]. Благодаря этому значительно улучшаются параметры шероховатости, достигая значений Ra до 0,01–1 мкм.

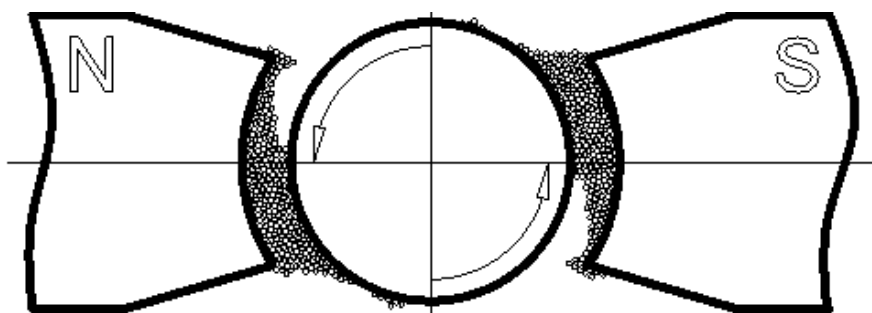


Рисунок 1 – Общая схема магнитно-абразивной обработки

В качестве ферромагнитных абразивных порошков применяются разнообразные материалы с уникальными физическими и специальными характеристиками. Необходимо отметить, что единой классификации магнитно-абразивных порошков пока не существует. Тем не менее, существуют различные классификации по структуре частиц и по методу их получения. Наиболее выходным вариантом является магнитно-абразивный инструмент, который включает механические смеси магнитных и абразивных компонентов. Обычно в качестве магнитных материалов используются как обычные, так и легированные железные порошки, в том числе порошки магнитных сплавов. Абразивные компоненты могут быть представлены практически всеми известными абразивными материалами (алмаз, корунд, карбид кремния и др.).

Магнитореологические инструменты создаются в магнитном поле, что позволяет формировать ферромагнитные абразивные порошки практически любой конфигурации с регулируемой жесткостью. Исследования различных порошковых материалов показывают, что эффективность обработки в значительной степени зависит от формы зерен ферромагнитного абразивного порошка. При использовании МАО на эффективность обработки влияет не только материал порошка, но и состояние режущих кромок зерен. Ключевыми геометрическими параметрами являются форма зерна, количество вершин (режущих кромок) и радиусы закругления.

Литература

1. Сакулевич, Ф. Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф. Ю. Сакулевич ; под ред. П. И. Ящерицына. – Минск. : Наука и техника, 1981. – 328 с.
2. Барон, Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю. М. Барон. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1986. – 176 с.: ил.

В. В. Шевчик
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **Е. Л. Разова**, канд. филос. наук, доцент

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Современные технологии стремительно проникают в различные отрасли экономики, и сельское хозяйство не стало исключением. Искусственный интеллект играет все более значимую роль в оптимизации сельскохозяйственных процессов, повышении урожайности и снижении затрат. Рассмотрим основные направления использования ИИ в аграрном секторе [1].

Анализ почвы и прогнозирование урожайности. Датчики, установленные на технике, и беспилотники позволяют проводить анализ состояния почвы, предсказывать урожайность. Они собирают данные о составе почвы, уровне влажности и наличии питательных веществ, которые затем анализируются с помощью ИИ. Также при движении техники, датчики могут определить наличие неровного рельефа и больших камней, что помогает равномерному прохождению машин.

Автоматизация сельскохозяйственной техники. Развитие тракторов, дронов и комбайнов на автопилоте значительно упрощает посевные и уборочные работы. Такие технологии позволяют минимизировать влияние человеческого фактора, снижая затраты на рабочую силу и повышая эффективность работ.

Оптимизация орошения и управления ресурсами. Системы умного орошения, использующие ИИ, способны анализировать погодные условия и состояние почвы, регулируя подачу воды в реальном времени. Это не только повышает урожайность, но и позволяет значительно экономить водные ресурсы.

Мониторинг посевов и борьба с вредителями. Системы компьютерного зрения на основе искусственного интеллекта анализируют состояние растений, выявляют болезни и вредителей, позволяя фермерам оперативно принимать меры. Это помогает сократить использование пестицидов и минимизировать потери урожая.

Существуют различные примеры применения ИИ в агропромышленности. Стоит отметить, что лидирующие позиции в международных рейтингах занимает Россия. Поэтому рассмотрим успешные реализации на примере ведущих организаций. Группа компаний Cognitive Technologies специализируется на разработке и внедрении программного обеспечения с применением искусственного интеллекта. Одна из главных их разработок – это система автономного вождения COGNITIVE AGRO PILOT. Физическая архитектура включает в себя высокоточные камеры с климат-контролем и системой виброзащиты, которые собирают визуальные данные о поле, растениях и препятствиях. Используются технологии RTK-GPS для точного позиционирования техники, даже при слабом спутниковом сигнале. Также в архитектуру входит специализированный миллиметровый радар высокого разрешения для обнаружения объектов и промышленный процессор, который обрабатывает данные с камер и радара. Вычислительный блок использует алгоритмы машинного обучения и компьютерного зрения. Технология обеспечивает точность при посеве, поливе и сборе урожая. Благодаря распознаванию препятствий на пути, включая камни, животных и людей, она помогает избежать несчастных случаев и повреждения техники [2].

Другая российская компания FlySeeAgro ориентирована на создании беспилотных дронов. Они предназначены для мониторинга состояния полей, точного внесения удобрений и биологических средств защиты растений. Аналогично с приведенной выше технологией, коптеры имеют технологии компьютерного зрения, RTK-GPS навигацию и программное обеспечение, использующее алгоритмы машинного обучения, а также

дозаторы. Разработка оптимизирует процесс обработки растений, за счет повышения точности, сокращения затрат на ручной труд и ускорения выполнения операций [3].

В настоящее время искусственный интеллект активно развивается в аграрной сфере. Достигнутые результаты уже являются прорывом, разработки значительно сокращают издержки, помогают избежать рисков для работников, ускорить и упростить процесс посева, обработки растений, сбора урожая. Однако сфера не прекращает работать над технологиями. Такие цели как повышение точности и автоматизации техники являются одними из основных векторов направления в улучшении технологий. Стремительное развитие технологий делает агропромышленность привлекательнее для молодых специалистов, так как необходимые навыки и требования к новым работникам не уступают профессиям в городе.

Литература

1. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.sber.ru/help/gigachat-api/ai-agricultural>. – Дата доступа: 26.03.2025.
2. Автоматизация сельского хозяйства от Cognitive Pilot (ООО «Когнитив Роботикс») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cognitivepilot.com/>. – Дата доступа: 26.03.2025.
3. Агродроны для опрыскивания в сельском хозяйстве – FLY&SEE | FLY & SEE & AGRO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://flyseeagro.ru/service/>. – Дата доступа: 26.03.2025.

У. К. Щерба

(БГУ, Минск)

Науч. рук. **К. Ф. Ермалицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ЛАЗЕРНАЯ АТОМНО-ЭМИССИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ЛЕГКОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

Объект исследования: капля галлия (размером 2×3 мм, нанесенная на тугоплавкую вольфрамовую подложку и подвергнутая воздействию низких температур (жидкого азота) для улучшения сцепления с подложкой) (рисунок 1).



а



б

Рисунок 1 – Изображение объекта исследования:

а – фото капли галлия до лазерного воздействия;

б – фото капли галлия после лазерной абляции

Экспериментальная установка: для реализации лазерной абляции и снятия спектров использовался ЛАЭМС спектрометр (рисунок 2) [1].



Рисунок 2 – Внешний вид и оптическая схема ЛАЭМС спектрометра

Эксперимент

Лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия – один из передовых методов элементарного анализа металлов и неметаллов. Метод отличается простотой, быстротой и отсутствием пробоподготовки. Технология метода основана на явлении лазерной абляции. Лазерный луч падает на поверхность образца, возбуждая тем самым атомы образца. Некоторые электроны возбужденных атомов приобретают достаточную энергию для разрыва связей с атомом и образованием связей с окружающей средой, а некоторые после возбуждения снова переходят в основное состояние, при этом излучая фотон. Детектор спектрометра считывает интенсивности испущенных атомами световых потоков и передает на компьютер. Компьютер строит график зависимости интенсивности падающего света от длины волны, т. е. строит спектр. Спектральные свойства каждого химического элемента индивидуальны, соответственно, проанализировав получаемый спектр, мы можем сделать выводы о составе изучаемого образца [2].

В ходе лазерной абляции наблюдается деструкция образца. Величина деструкции за один лазерный импульс зависит от температуры плавления и структуры образца, мощности лазерного импульса, временной задержки между двумя лазерными лучами. Проводя элементарный анализ металлических образцов, следует особенно внимательно учитывать температуру плавления металла, из которого состоит образец. Деструкция легкоплавких металлов намного выше деструкции тугоплавких так как энергия достаточная для разрыва связей атомов намного меньшая соответственно и вероятность разрыва таких связей намного выше, чем у тугоплавких.

В ходе исследования капля галлия, нанесенная на вольфрамовую подложку, была подвержена 60 импульсам в одну и ту же точку. После каждого импульса записывался спектр (рисунки 3, 4).

Измерения проводились при расфокусировке 16 мм, т. е. расстояние между выходным отверстием лазерного излучения и предметным столиком составило 16 мм. Расфокусировка применялась для выравнивая раздвоенных пиков галлия, вызванных явлением самопоглощения.

Используя полученные 60 спектров, были получены тенденции роста интенсивностей спектральных линий галлия ($\lambda = 417,13$ нм) и вольфрама ($\lambda = 422,61$ нм) при каждом импульсе (рисунок 5).

Из рисунка 5 видно, что вначале относительное содержание галлия намного выше вольфрама, при $N \approx 15$ относительное содержание галлия резко возрастает, что говорит о том, что лазерное излучение прошло внутрь капли пройдя слои загрязнений на поверхности, при $N \approx 30$ относительное содержание обоих элементов выравниваются, а при $N \approx 35$ выравниваются и выходят на постоянное значение.

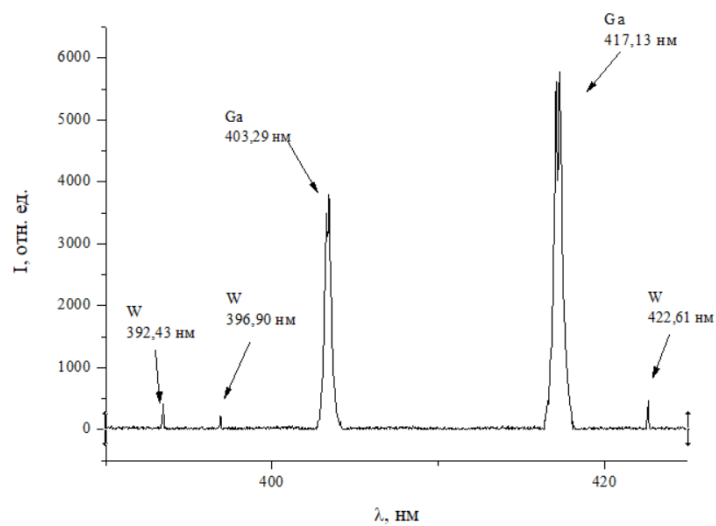


Рисунок 3 – Спектр галлия, полученный при первом импульсе, $\Delta t = 10$ мкс

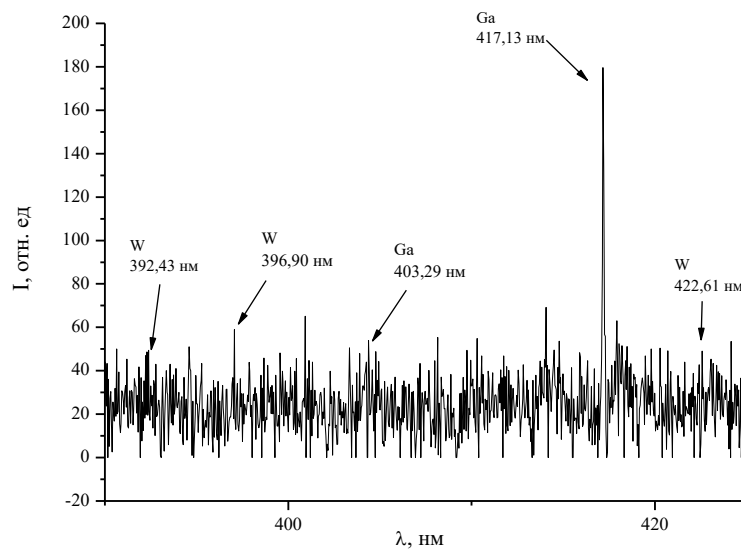


Рисунок 4 – Спектр галлия, полученный при последнем импульсе, $\Delta t = 10$ мкс

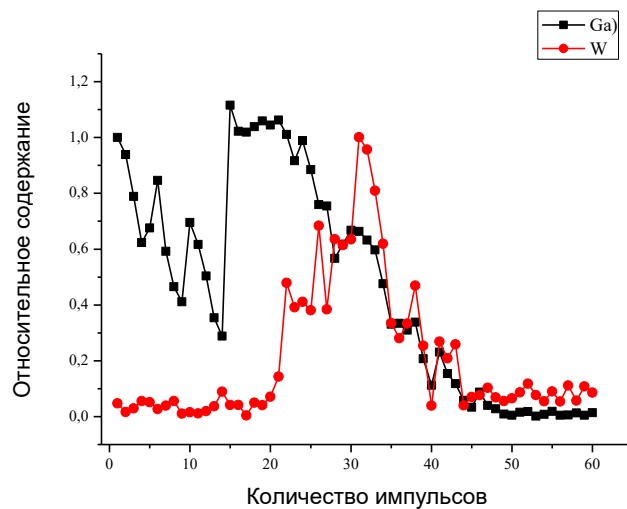


Рисунок 5 – Графики зависимости относительного содержания Ga и W от количества сдвоенных лазерных импульсов в одну точку

Исследуя рисунок 5, можно сделать вывод, что легкоплавкий галлий аблируется сразу, однако при $N \approx 15$ относительное галлия стремительно растёт, что говорит о наличии загрязнений и неоднородностей на поверхности образца. Далее относительное содержание и галлия, и вольфрама принимают приблизительно одинаковое значение и медленно падают, выходя на стационарное значение, что говорит о пробитии образца насквозь.

Литература

1. Воропай, Е. С. Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр / Е. С. Воропай, И. М. Гулис, К. Ф. Ермалицкая. – Минск : Изд-во Белорусского государственного университета, 2021.
2. Andrzej, W. Miziolek, Vincenzo Palleschi, Israel Schechter. Laser – induced breakdown spectroscopy / Andrzej W. Miziolek. – New York : Cambridge University Press, 2008. – С. 5–7.

Секция 2 «Моделирование физических процессов»

Председатели:

Тюменков Геннадий Юрьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Дей Евгений Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Г. А. Березин, Д. Д. Куранков, С. Н. Невмержицкий

(МГПУ имени И. П. Шамякина, Мозырь)

Науч. рук. **В. В. Давыдовская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КИРША В СРЕДЕ GUIDE

Решение задачи о концентрации напряжений на краю отверстия имеет большой практический интерес. Например, при решении задач о механических напряжениях, всегда нужно учитывать отверстия в деталях конструкции: палубах судов, крыльях и фюзеляже самолета, некоторых деталей автомобилей и других механизмов.

При конструировании любого вида техники необходимо учитывать концентрации напряжений не только вблизи запланированных отверстий, но и в окрестностях возможных трещин и выбоин. Необходимо заранее предусматривать все возможные последствия во избежание нежелательных происшествий [1].

Самым известным таким примером является обобщенная задача Кирша – задача о концентрации напряжений около единичного отверстия в пластине бесконечных размеров, но конечной толщины.

Расчеты концентрации напряжений в трехмерной версии из-за их сложности проводились только численными методами, поэтому у всех авторов наблюдается существенный разброс результатов.

Таким образом, в области машиностроения эта задача является наиболее актуальной. Ее решение позволит численно рассчитать напряжение в областях с отверстиями, что значительно повлияет на конструкцию изготавливаемой продукции завода.

Пусть растягивается тонкая квадратная пластина 200х200 мм с отверстием диаметром $2a = 40$ мм в центре, то есть отношение размеров достаточно для сравнения с решением растяжения бесконечной пластины, находящейся в плоском напряженном состоянии (ПНС). Характеристики материала при задании нагрузок в виде сил и последующем анализе напряжений не имеют значения: примем $E = 100$ МПа, $\nu = 0.3$. По двум краям пластины приложено равномерное растяжение $S = 10$ МПа.

Пластина подвержена одноосному растяжению равномерно распределенными по границе пластины напряжениями S в направлении оси x . В пластине возникает плоское напряженное состояние. В результате решения задачи в полярных координатах получены [2] значения напряжений σ_r , σ_θ , $\tau_{r\theta}$ как функции координат r , θ и нагрузки S .

Аналитическое решение, полученное Киршем, дает [1]:

$$\sigma_\theta = \frac{S}{2} \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right) - \frac{S}{2} \left(1 + \frac{3a^4}{r^4} \right) \cos 2\theta. \quad (1)$$

Из (1) следует, что нормальное напряжение σ_θ принимает максимальное значение при $\theta = \pi / 2$, то есть на конце m диаметра, перпендикулярного к направлению растяжения.

В этом случае

$$\sigma_{\theta} = \frac{S}{2} \left(2 + \frac{a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4} \right) \quad (2)$$

достигает максимального значения на краю отверстия при $r = a$, $\sigma_{\theta \max} \approx 3S$.

Направления σ_{θ} и σ_x совпадают в точке m , поэтому можно записать:

$$\sigma_{\theta \max} = \sigma_x \approx 3S. \quad (3)$$

Коэффициент концентрации (т. н. теоретический коэффициент концентрации напряжений), показывающий величину возрастания напряжений в сравнении с равномерно распределенной нагрузкой, приблизительно можно считать равным 3.

В точке q имеем

$$\sigma_{\theta} = \sigma_y \approx -S. \quad (4)$$

В состав пакета программ для решения задач MATLAB входит среда GUIDE для создания прикладных приложений с графическим интерфейсом. Работа в ней очень проста – все элементы управления (графики, кнопки, тумблеры, раскрывающиеся списки и т. д.) размещаются в рабочую область при помощи мыши, а затем программируются события, которые возникают при обращении пользователя к данным элементам управления. Рассмотренная выше задача может быть решена в среде GUIDE с визуализацией полученного решения.

Исходя из этого можно сказать, что в точке q действует сжимающее напряжение. Влияние отверстия имеет локальный характер, то есть с отдалением от отверстия напряжения σ_{θ} приближаются к значению S .

Решение задачи Кирша в PDE удовлетворяет аналитическому решению задачи о растяжении пластины с круглым отверстием (рисунки 1, 2).

Также были рассмотрены задачи с другими типами отверстий (рисунок 3).

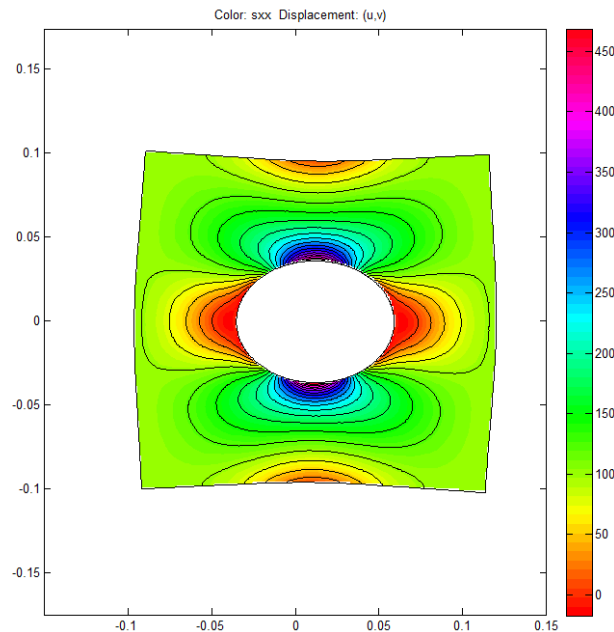


Рисунок 1 – Решение задачи Кирша в пакете PDE Toolbox (растяжение)

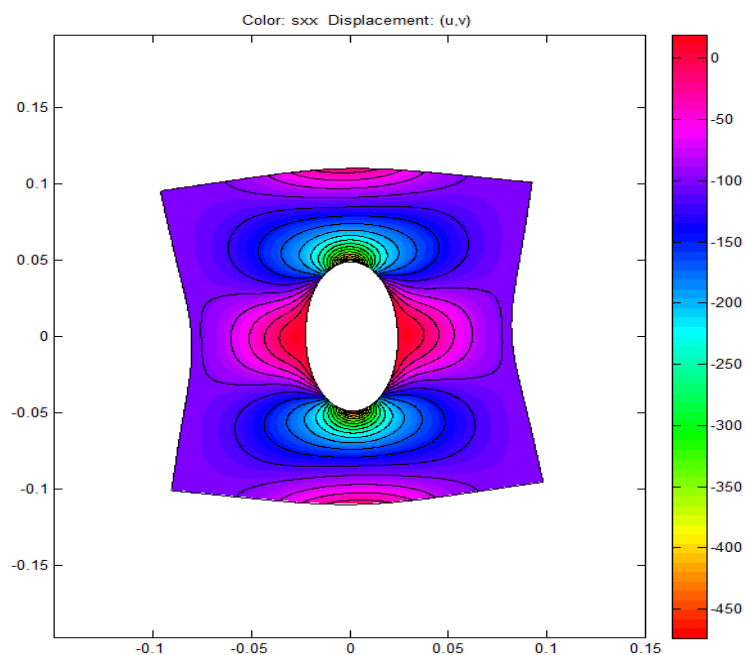


Рисунок 2 – Решение задачи Кирша в пакете PDE Toolbox (сжатие)

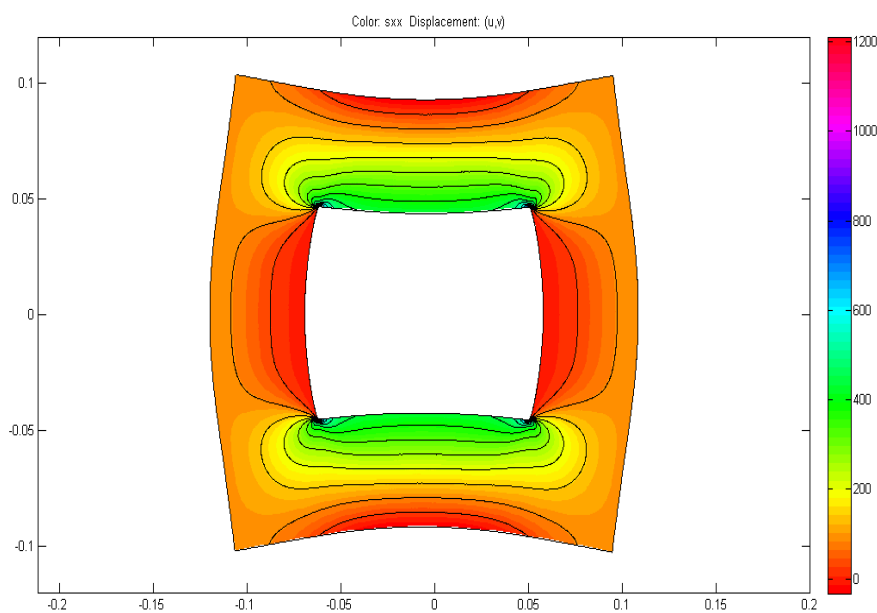


Рисунок 3 – Решение задачи Кирша в пакете PDE Toolbox (прямоугольное отверстие)

Практический интерес на производстве имеет уменьшение концентрации напряжений вокруг отверстия, что можно достичь, например, добавлением буртика или подкрепляющего кольца.

Литература

1. Timoshenko, S. P. Theory of Elasticity / S. P. Timoshenko, J. N. Goodier. – 3 Ed. – New York : McGraw-Hill, 1970. – 576 p.
2. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики / Н. Н. Бухгольц. – М. : Наука, 1969. – 336 с.

А. А. Васильева

(БГУ, Минск)

Науч. рук. **С. М. Босяков**, д-р физ.-мат. наук, профессор

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ С УСТАНОВЛЕННЫМ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫМ ИМПЛАНТАТОМ

Для предотвращения патологических переломов шейки бедренной кости, связанных с изменением минеральной плотности костной ткани при остеопорозе является применение интрамедуллярных имплантатов [1]. Целью работы является определение напряженно-деформированного состояния бедренной кости до и после установки интрамедуллярных имплантатов в области головки бедренной кости на основании метода конечных элементов.

Конечно-элементная модель бедренной кости с интрамедуллярными имплантатами в форме спицы разработана на основании соответствующих томографических данных. При этом учитывалось анатомически корректное распределение кортикальной и губчатой костной тканей. Вид сбоку конечно-элементных моделей бедренной кости с интрамедуллярными имплантатами представлен на рисунке 1.

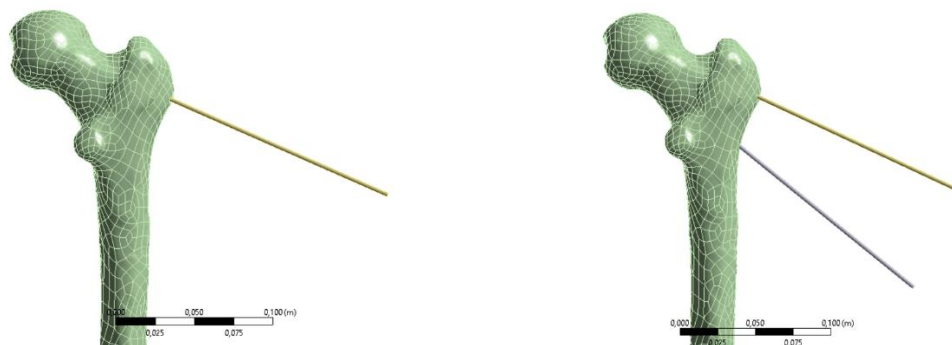


Рисунок 1 – Проксимальный отдел бедренной кости с установленными интрамедуллярными имплантатами

Физико-механические свойства материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства материалов [2]

Материал	Модуль Юнга, ГПа	Коэффициент Пуассона
Кортикальный слой	17	0,3
Губчатая кость	0,8	0,3
Губчатая кость головки бедренной кости	0,5	0,3
Титан	112	0,3

Между костной тканью и имплантатом задавались контакты типа “bonded” (предполагается, что тела жестко соединены друг с другом) и “friction” с коэффициентом трения равным 0,2. Размер ребра конечного элемента элементов губчатого слоя равен 2,5 мм, для кортикальной кости 2 мм. Для спиц использовался метод тетраэдров с размером элементов 1 мм.

Нагрузка на бедренную кость, равная 800,0 Н, является квазистатической и эквивалентна действию собственного веса человека. Нижняя часть дистального отдела кости жестко закреплена. Граничные условия обозначены на рисунке 2.

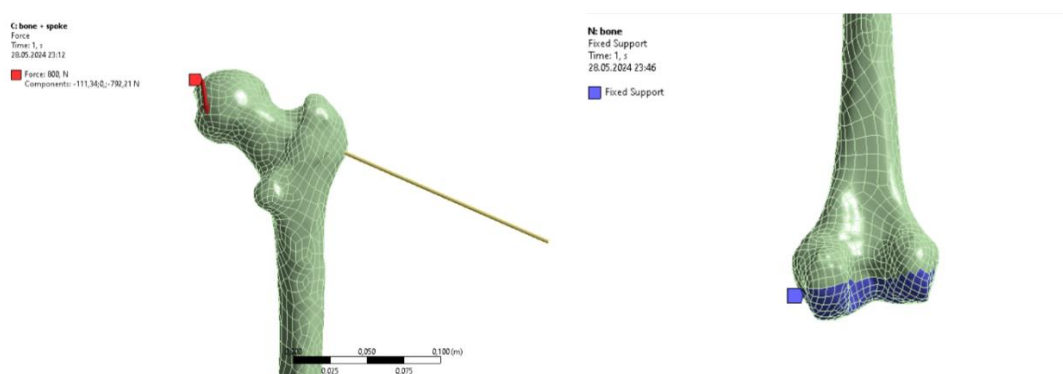


Рисунок 2 – Приложенная сила и закрепление

Результаты вычисления напряженного состояния костной ткани приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Максимальные эквивалентные и главные напряжения

Элемент модели	Эквивалентные напряжения, МПа	Максимальные главные напряжения, МПа
Бедренная кость без спицы	13,98	16,14
Бедренная кость со спицей	13,28	15,33
Бедренная кость с двумя спицами	8,93	10,10

Рассмотрим случай бедренной кости со спицей без остеоинтеграции. За тип контакта примем frictional с коэффициентом трения 0,2. Положение спиц в кости одинаковое. Сравнение результатов с остеоинтеграцией и без нее представлено в таблице 3. Как и в предыдущем случае, значения рассматриваются в одной и той же точке.

Таблица 3 – Сравнение результатов с остеоинтеграцией и без нее

Элемент модели	Эквивалентные напряжения, МПа	Максимальные главные напряжения, МПа
Бедренная кость со спицей без остеоинтеграции	13,28	15,33
Бедренная кость со спицей с остеоинтеграцией	18,58	21,80

Из таблиц 2 и 3 следует, что в случае остеоинтеграции напряжения уменьшаются, таким образом при полной остеоинтеграции имплантаты бедренной кости позволяют снизить нагрузку на проксимальный отдел бедренной кости. Использование интрамедуллярного имплантата позволяет увеличить прочность шейки бедра в 1,06 раза, а при наличии двух спиц прочность возрастает примерно в 1,6 раза.

Литература

1. Lazarev, L. A. Stress-deformed state of the proximal branch of the cell of fibrous dysplasia under conditions of osteosynthesis by different types of clamps / I. A. Lazarev [et al.] // Trauma. – 2015. – Vol. 16. – Pp. 49–56.

2. Trajanovic, M. Application of computer models of Mitcovic selfdynabizable internal fixator in rehabilitation of femur traumas / M. Trajanovic [et al.] // Facta Universitatis. – 2010. – Vol. 8. – P. 27–38.

И. В. Гарашук

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **И. Л. Стефановский**, ст. преподаватель

ИГРОВОЕ 2D ПРИЛОЖЕНИЕ «НАСЛЕДИЕ БИТВЫ» В ЖАНРЕ «ФАЙТИНГ» ДЛЯ ДВУХ ИГРОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВОГО ДВИЖКА UNITY

Введение. Современные технологии разработки игр позволяют создавать качественные проекты даже небольшим командам. Unity как один из ведущих игровых движков предоставляет все необходимые инструменты для реализации 2D-игр различной сложности. Особый интерес представляет разработка файтингов – жанра, где важную роль играет точность управления, баланс персонажей и отзывчивость игровых механик.

Проект «Наследие битвы» представляет собой классический 2D-файтинг. Основной акцент при разработке был сделан на создание сбалансированной боевой системы с двумя типами атак и механизмом защиты, а также реализацию платформенных элементов, добавляющих глубину игровому процессу.

Результаты и обсуждение. Разработка игрового приложения «Наследие битвы» потребовала комплексного подхода к реализации ключевых игровых механик. Центральным элементом проекта стала боевая система, которая разрабатывалась с учетом необходимости обеспечения баланса между персонажами и создания увлекательного игрового процесса. Основой боевой механики стали два типа атак – быстрая и мощная, каждый из которых имеет свои уникальные характеристики. Быстрые атаки позволяют игрокам наносить серии ударов с минимальной задержкой между ними, но обладают относительно небольшим уроном. В отличие от них, мощные атаки требуют больше времени для выполнения и имеют заметную задержку перед ударом, но компенсируют это значительным уроном.

Реализация системы ударов потребовала тщательной настройки анимационных клипов и соответствующих им коллайдеров, которые активируются только в определенные моменты выполнения анимации. Это обеспечивает точное соответствие между визуальным представлением атаки и ее фактическим воздействием в игровом мире. Мультиплатформенная разработка на C# подчеркивается важность синхронизации визуальных и игровых элементов для создания убедительного игрового опыта [1]. Особое внимание было уделено системе обратной связи – каждый успешный удар сопровождается звуковыми эффектами и визуальными индикаторами, что значительно усиливает ощущение воздействия.

Важнейшим компонентом игрового процесса стала механика защиты, реализованная через систему блокирования. При активации щита персонаж не получает входящий урон, но при этом теряет возможность атаковать и перемещаться с обычной скоростью. Баланс этой механики достигается за счет введения ограниченного ресурса щита, который постепенно расходуется при блокировании атак и восстанавливается, когда игрок не использует защиту. Техническая реализация системы защиты потребовала создания

отдельного слоя коллайдеров, которые взаимодействуют с атакующими ударами по особым правилам. Визуально состояние защиты подчеркивается изменением цвета персонажа, появлением защитного поля и специальными эффектами частиц при успешном блокировании.

Платформенная составляющая игры была реализована с использованием физического движка Unity. Каждый персонаж обладает способностью к одиночным прыжкам. Правильная настройка параметров прыжка является ключевым фактором для комфортного управления в играх [2]. Особенностью реализации стало введение системы «воздушного контроля», позволяющей игрокам корректировать траекторию движения в прыжке, но с определенными ограничениями, сохраняющими баланс. Для обработки взаимодействия с платформами используется система слоев физики, включающая специальные платформы, через которые персонажи могут проваливаться вниз. Реализация этой механики потребовала тщательной настройки параметров физики и создания специальных алгоритмов обработки столкновений, учитывающих направление движения персонажа и его текущее состояние. Дополнительной сложностью стало обеспечение плавности перемещения между платформами разной высоты, для чего был разработан механизм плавной коррекции позиции персонажа при приземлении.

Визуальная составляющая игры была построена на профессиональной системе анимации, созданной с использованием Unity Animator. Каждое действие персонажа имеет уникальные анимационные клипы с плавными переходами между состояниями. Особое внимание было уделено синхронизации анимаций с игровыми событиями – например, скорость проигрывания анимации прыжка динамически изменяется в зависимости от высоты прыжка. Система частиц используется для создания эффектов ударов, блокирования и других игровых событий, значительно усиливая визуальное воздействие. Динамическая камера автоматически отслеживает положение обоих игроков, обеспечивая оптимальный обзор игрового пространства без потери важных деталей. Интерфейс игры выполнен в минималистичном стиле и включает только необходимые элементы: индикаторы здоровья, оставшихся жизней, что позволяет игрокам полностью сосредоточиться на бое.

Технической основой проекта стала модульная архитектура, где каждый компонент игры реализован как независимый модуль. Такой подход значительно упростил процесс тестирования и балансировки игрового процесса. Все параметры персонажей и игровых механик вынесены в настраиваемые ассеты, что позволяет изменять баланс игры без модификации исходного кода. Для обработки ввода используется система событий, обеспечивающая точную реакцию на действия игроков. Оптимизация производительности достигается за счет кэширования ресурсов, батчинга спрайтов и эффективного управления памятью, что особенно важно для обеспечения стабильной частоты кадров в интенсивных игровых сценах.

Заключение. Разработанное игровое приложение демонстрирует эффективность использования Unity для создания качественных 2D-файтингов. Реализованные механики обеспечивают глубокий и сбалансированный игровой процесс, а модульная архитектура проекта позволяет легко расширять его новыми персонажами и уровнями. Перспективы развития проекта включают добавление новых игровых персонажей, ударов и различных арен.

Литература

1. Хокинг, Дж. Unity в действии: Мультиплатформенная разработка на C# / Дж. Хокинг. – М. : ДМК Пресс, 2023. – 480 с.
2. Грегори, Д. Игровая физика. Алгоритмы и реализация / Д. Грегори. – СПб. : Питер, 2020. – 896 с.

Е. Д. Головин, А. А. Шамына
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. В. Н. Капшай, канд. физ.-мат. наук, доцент

ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ СФЕРОИДАЛЬНОЙ ЧАСТИЦЫ. МОДЕЛЬ ВЕНТЦЕЛЯ-КРАМЕРСА-БРИЛЛЮЭНА

Введение. Нелинейные оптические явления активно изучаются и применяются в таких областях науки как медицина, биология, оптика. Одним из таких явлений является генерация второй гармоники (ГВГ) – явление, при котором, в ходе взаимодействия волны с нелинейным материалом, происходит генерация новой волны с удвоенной частотой. Для описания этого явления можно использовать модели Релея-Ганса-Дебая (РГД) и Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна (ВКБ). В настоящей работе рассмотрим явление ГВГ в нелинейном поверхностном слое диэлектрической частицы сфероидальной формы, используя приближение ВКБ.

Постановка задачи и фазы падающей и генерируемой волн. Пусть сфероидальная диэлектрическая частица расположена так, что центр частицы совпадает с началом координат, а её ось симметрии направлена вдоль оси Oz . Длину полуоси эллипсоида вдоль оси его симметрии обозначим символом a_z , а длину полуоси, перпендикулярной оси симметрии – символом a_x . Для отношения указанных величин введём обозначение $\rho = a_z / a_x$. Толщину нелинейного слоя, которым покрыта частица, обозначим символом d_0 ($d_0 \ll a_x, d_0 \ll a_z$). Пусть на такую частицу под углом θ_{in} падает плоская электромагнитная волна с циклической частотой ω и волновым вектором $\mathbf{k}^{(\omega)}$. Модуль волнового вектора падающей волны обозначим символом k_ω , отношение показателя преломления частицы к показателю преломления среды на частоте ω – η_ω . В поверхностном слое будет генерироваться новая волна с частотой 2ω и волновым вектором $\mathbf{k}^{(2\omega)}(\mathbf{x})$, зависящим от направления наблюдения. Далее для удобства будем обозначать этот вектор символом $\mathbf{k}^{(12)}$. Модуль волнового вектора генерируемой волны обозначим символом $k_{2\omega}$, отношение показателя преломления частицы к показателю преломления среды на частоте 2ω – $\eta_{2\omega}$. Получим теоретически формулу для вычисления напряжённости поля второй гармоники, генерируемого в нелинейном поверхностном слое частицы, используя приближение ВКБ.

Найдём выражение для вектора электрической напряжённости волны, падающей на поверхность частицы, с учётом сдвига фазы. Рассмотрим произвольный луч падающей электромагнитной волны с циклической частотой ω и волновым вектором $\mathbf{k}^{(\omega)}$, лежащий в плоскости, параллельной плоскости xOz , и проходящий через поверхность частицы в точках A и B (рисунок 1(а)). При рассмотрении траектории луча AB не будем учитывать преломление электромагнитных волн на границах раздела сред [1]. Тогда фазы в точках A и B соответственно равны $\varphi_A^{(\omega)}(\mathbf{x}'_A) = \mathbf{k}^{(\omega)}\mathbf{x}'_A$ и $\varphi_B^{(\omega)}(\mathbf{x}'_B) = \mathbf{k}^{(\omega)}\mathbf{x}'_B + \Delta\varphi^{(\omega)}$, соответственно, где $\Delta\varphi^{(\omega)}$ – сдвиг фазы, вызванный прохождением волны через среду с показателем преломления, отличным от показателя преломления окружающей среды. Выражения для сдвига фаз можно записать в виде:

$$\Delta\varphi^{(\omega)}(\mathbf{x}'_B) = (\eta_\omega - 1)k_\omega L_\omega(\mathbf{x}'_B), \quad (1)$$

где $L_\omega(\mathbf{x}'_B)$ – расстояние между точками A и B , которое падающая волна проходит внутри частицы. Определить это расстояние можно путём нахождения точек пересечения прямой и сфероида. Для этого необходимо решить систему уравнений, состоящих

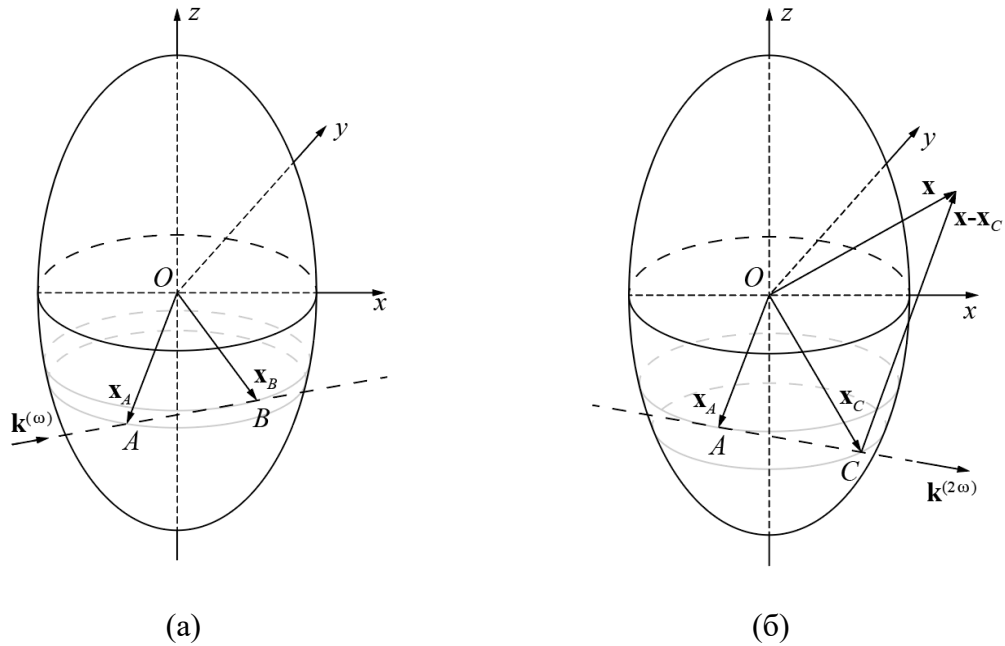
из канонического уравнения прямой с направляющим вектором $\mathbf{k}^{(\omega)}$ и канонического уравнения сфероида.

С учётом выражения (1) можно записать обобщающее выражение для фазы падающей волны:

$$\varphi^{(\omega)}(\mathbf{x}') = \mathbf{k}^{(\omega)} \mathbf{x}' + p_{\omega}(\eta_{\omega} - 1)k_{\omega}L_{\omega}(\mathbf{x}'), \quad (2)$$

где p_{ω} – коэффициент, который принимает значение 0, если фаза определяется в точке A , и 1, если фаза определяется в точке B .

Определим фазу генерируемой волны. Пусть в поверхностном слое частицы генерируется волна, волновой вектор которой параллелен вектору $\mathbf{e}_r$. Единичный вектор $\mathbf{e}_r$ является встречным к направлению наблюдения, производящемуся из дальней зоны (рисунок 1(б)).



а – волновой вектор падающей волны;
б – волновой вектор генерируемой волны

Рисунок 1 – Схемы распространения волн через поверхность сфероидальной частицы

Фаза волны, пришедшей из точки C к наблюдателю, находящемуся в дальней зоне, равна $\varphi_C^{(2\omega)}(\mathbf{x}, \mathbf{x}'_C) = k_{2\omega}|\mathbf{x} - \mathbf{x}'_C|$. Фаза генерируемой волны, пришедшей к наблюдателю из точки A , равна $\varphi_A^{(2\omega)}(\mathbf{x}, \mathbf{x}'_A) = k_{2\omega}|\mathbf{x} - \mathbf{x}'_A| + \Delta\varphi^{(2\omega)}$. Здесь $\mathbf{x}$ – вектор, определяющий положение наблюдателя относительно начала координат, а векторами $\mathbf{x}'_C$ и $\mathbf{x}'_A$ определено положение элементов поверхности частицы (точек C и A соответственно) относительно начала координат. Аналогично предыдущим рассуждениям, запишем выражения для сдвига фазы в точке A для генерируемой волны:

$$\Delta\varphi^{(2\omega)}(\mathbf{x}'_A) = (\eta_{2\omega} - 1)k_{2\omega}L_{2\omega}(\mathbf{x}'_A). \quad (3)$$

Аналогично предыдущим рассуждениям, объединим полученные выражение для фаз в точках C и A и воспользуемся приближением дальней зоны [2]:

$$\varphi^{(2\omega)}(\mathbf{x}, \mathbf{x}') = k_{2\omega} |\mathbf{x}| - \mathbf{k}^{(2\omega)} \mathbf{x}' + p_{2\omega} (\eta_{2\omega} - 1) k_{2\omega} L_{2\omega}(\mathbf{x}'), \quad (4)$$

где $p_{2\omega}$ – коэффициент, который принимает значение 0, если фаза определяется в точке С, и 1, если фаза определяется в точке А.

Выражения для вектора напряжённости электрического поля второй гармоники. Для определения напряжённости электрического поля генерируемой волны запишем выражения для напряжённостей падающей электромагнитных волн, с учётом ранее найденной фазы:

$$\mathbf{E}^{(\omega)}(\mathbf{x}') = \frac{2}{\eta_{\omega} + 1} \mathbf{e}^{(\omega)} E_{\omega} \exp(i\mathbf{k}^{(\omega)} \mathbf{x}' + ip_{\omega} (\eta_{\omega} - 1) k_{\omega} L_{\omega}(\mathbf{x}')). \quad (5)$$

Для удобства в (5) опущена временная часть.

Причиной генерации второй гармоники в дипольной модели является наличие нелинейной части поляризации [2]. Учитывая (4) и (5), запишем выражение для компонент вектора напряжённости электрического поля генерируемого излучения:

$$E_i^{(2\omega)}(\mathbf{x}) = \mu_{2\omega} \frac{(2\omega)^2}{c^2} \frac{\exp(ik_{2\omega} r)}{r} E_{\omega}^2 d_0 (\delta_{im} - e_{r,i} e_{r,m}) X_{mjk}^{(2\omega)} e_j^{(\omega)} e_k^{(\omega)}, \quad (6)$$

где $X_{ijk}^{(2\omega)}$ – эффективная восприимчивость, которую можно определить по формуле

$$X_{ijk}^{(2\omega)} = \left(\frac{2}{\eta_{\omega} + 1} \right)^2 \int_S \chi_{ijk}^{(2)} \exp[i\mathbf{q}\mathbf{x}' + ip_{2\omega} (\eta_{2\omega} - 1) k_{2\omega} L_{\omega}(\mathbf{x}')] \times \\ \times \exp[2ip_{\omega} (\eta_{\omega} - 1) k_{\omega} L_{\omega}(\mathbf{x}')] dS_{\mathbf{x}'}. \quad (7)$$

Введём величину $s^{(2\omega)}(\theta, \varphi)$, пропорциональную вектору Умова-Пойтинга:

$$s^{(2\omega)}(\theta, \varphi) = |(1 - \mathbf{e}_r \otimes \mathbf{e}_r) \mathbf{f}^{(2\omega)}(\theta, \varphi)|^2, \quad (8)$$

$$f_i^{(2\omega)} = X_{ijk}^{(2\omega)} e_j^{(\omega)} e_k^{(\omega)}. \quad (9)$$

Графический анализ полученного решения. Для графического анализа построим трёхмерные диаграммы направленности мощности генерируемого излучения для моделей ВКБ (непрозрачный рисунок) и РГД (полупрозрачный рисунок). При построении использовались следующие параметры: $k_{\omega} a_x = 0,1$, $\rho = 1,5$, $\theta_{in} = \pi/2$, $\chi_1^{(2)} \neq 0$, $\chi_{2,3,4}^{(2)} = 0$. Диаграммы направленности представлены на рисунке 2.

Форма трёхмерной диаграммы направленности распределения мощности генерируемого излучения для модели ВКБ подобна форме диаграммы направленности, соответствующей модели РГД [3]. Отличия наблюдаются только в значении плотности мощности. Для модели ВКБ эта величина меньше, чем для модели РГД. Причиной различия полученных диаграмм является разница в показателях преломления среды и частицы.

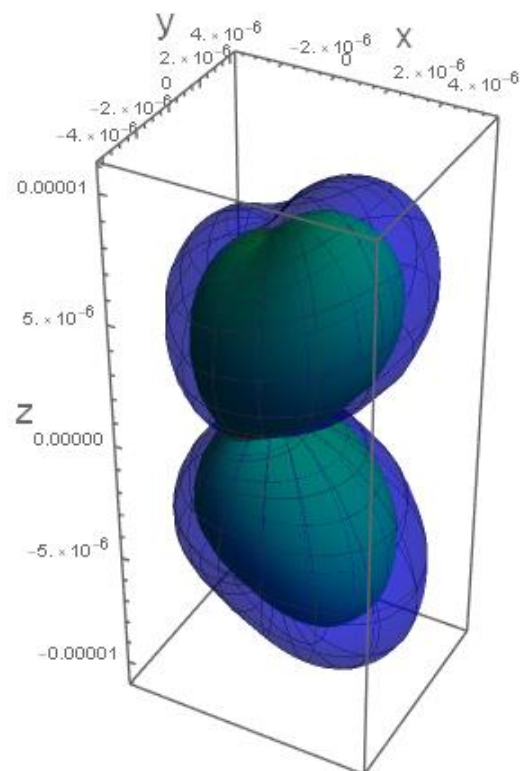


Рисунок 2 – Диаграммы направленности излучения второй гармоники, генерируемого в оптически нелинейном слое сфероидальной частицы, рассчитанные на основе моделей РГД и ВКБ

Заключение. В работе предложена модель генерации второй гармоники в поверхностном слое диэлектрической сфероидальной частицы с использованием модели ВКБ. Было проведено сравнение двух моделей: РГД и ВКБ. Результаты показали, что диаграммы направленности генерируемого излучения для обеих моделей имеют похожую форму, но отличаются величиной плотности мощности излучения. Полученные результаты соответствуют аналогичным результатам, полученным для частиц сферической и цилиндрической форм. Следующим этапом исследования является изучение явления генерации суммарной частоты в поверхностном слое диэлектрических частиц сфероидальной формы.

Литература

1. Size dependence of second-harmonic generation at the surface of microspheres / S. Viarbitskaya [et al.] // *Physical Review A*. – 2010. – Vol. 81, № 5. – P. 053850.
2. Капшай, В. Н. Генерация второй гармоники в поверхностном слое диэлектрической сфероидальной частицы. I. Аналитическое решение / В. Н. Капшай, А. А. Шамина, А. И. Толкачёв // *Оптика и спектроскопия*. – 2022. – Т. 130, № 7. – С. 1068–1081.
3. Шамина, А. А. Генерация второй гармоники в поверхностном слое диэлектрической сфероидальной частицы: II. Анализ решения / А. А. Шамина, В. Н. Капшай, А. И. Толкачёв // *Оптика и спектроскопия*. – 2022. – Т. 130, № 7. – С. 1082–1097.

А. А. Гришечкина
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **В. Н. Капшай**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КВАЗИПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПАРЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ p -СОСТОЯНИЙ, СВОДЯЩИЕСЯ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ

Для описания связанных состояний системы двух скалярных частиц массы m в импульсном представлении используются парциальные релятивистские уравнения квазипотенциального типа, которые в системе центра масс имеют вид [1]:

$$\psi_l(\chi_q, \chi_p) = \frac{m}{(2\pi)^3} G_0(E_q, E_p) \int_0^\infty V_l(E_q; \chi_p, \chi_k) \psi_l(\chi_q, \chi_k) d\chi_k, \quad l = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

где χ_p и χ_k – быстроты, соответствующие начальному и конечному относительным импульсам частиц согласно формулам $|\mathbf{p}| = p = m \operatorname{sh} \chi_p$ и $|\mathbf{k}| = k = m \operatorname{sh} \chi_k$;

$$E_p = \sqrt{\mathbf{p}^2 + m^2}, \quad E_k = \sqrt{\mathbf{k}^2 + m^2};$$

$2E_q$ – энергия двухчастичной системы;

$G_0(E_q, E_p)$ – свободная функция Грина;

$V_l(E_q; \chi_p, \chi_k)$ – парциальный потенциал, который связан с трёхмерным соотношением ($\mathbf{p}\mathbf{k}/pk = \cos \theta_{pk}$):

$$V_l(E_q; \chi_p, \chi_k) = 2\pi p k \int_{-1}^1 V(E_q, \mathbf{p}, \mathbf{k}) P_l(\cos \theta_{pk}) d \cos \theta_{pk}. \quad (2)$$

Свободная функция Грина, которая используется при формулировке уравнений Логунова-Тавхелидзе и Кадышевского, соответственно, имеет вид:

$$G_0^{(LT)}(E_q, E_p) = (E_q^2 - E_p^2 + i0)^{-1}; \quad (3)$$

$$G_0^{(K)}(E_q, E_p) = (2E_p(E_q - E_p + i0))^{-1}.$$

Рассмотрим потенциал, зависящий от трехмерных импульсов $\mathbf{p}$ и $\mathbf{k}$ следующим образом:

$$V(E_q, \mathbf{p}, \mathbf{k}) = V(\mathbf{p}, \mathbf{k}) = \frac{\lambda}{\sqrt{m\Delta^0 - m^2}}, \quad (4)$$

где λ – константа связи;

$$\Delta^0 = (-\mathbf{p}\mathbf{k} + E_p E_k) / m.$$

Интегральное уравнение (1) с этим потенциалом в сферически-симметричном случае, то есть для s -состояний, может быть сведено к дифференциальному. Покажем, что аналогичное сведение уравнения к дифференциальному возможно и для p -состояний.

Подстановка потенциала (4) в формулу (2) и последующее вычисление при $l = 1$ приводит к парциальному потенциалу вида:

$$V_1(\chi_p, \chi_k) = A \begin{cases} u(\chi_p)v(\chi_k), & \chi_p > \chi_k; \\ u(\chi_k)v(\chi_p), & \chi_p < \chi_k; \end{cases} \quad (5)$$

где использованы следующие обозначения:

$$A = \frac{8\sqrt{2}}{3}\lambda\pi m, \quad v(\chi) = \frac{\text{sh}^2(\chi/2)}{\text{ch}(\chi/2)}, \quad u(\chi) = \frac{\text{ch}^2(\chi/2)}{\text{sh}(\chi/2)}. \quad (6)$$

В уравнении (1) для p -состояний с потенциалом (5) произведём замену функции:

$$\Psi_1(\chi_q, \chi_p) = G_0(E_q, E_p)\phi_1(\chi_q, \chi_p), \quad (7)$$

после чего получим уравнение для введенной функции $\phi_1(\chi_q, \chi_p)$:

$$\begin{aligned} \phi_1(\chi_q, \chi_p) = A \frac{m}{(2\pi)^3} & \left(\int_0^{\chi_p} u(\chi_p)v(\chi_k)G_0(E_q, E_k)\phi_1(\chi_q, \chi_k)d\chi_k + \right. \\ & \left. + \int_{\chi_p}^{\infty} u(\chi_k)v(\chi_p)G_0(E_q, E_k)\phi_1(\chi_q, \chi_k)d\chi_k \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Используя формулу для определения производной по параметру для интегралов, в которых и подынтегральная функция, и один из пределов интегрирования зависят от этого параметра [2, 3], найдём вторую производную по χ_p от функции $\phi_1(\chi_q, \chi_p)$:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\phi_1(\chi_q, \chi_p)}{d\chi_p^2} = A \frac{m}{(2\pi)^3} & \left(\int_0^{\chi_p} v(\chi_k) \frac{d^2u(\chi_p)}{d\chi_p^2} G_0(E_q, E_k)\phi_1(\chi_q, \chi_k)d\chi_k + \right. \\ & \left. + \int_{\chi_p}^{\infty} u(\chi_k) \frac{d^2v(\chi_p)}{d\chi_p^2} G_0(E_q, E_k)\phi_1(\chi_q, \chi_k)d\chi_k + \frac{3}{2}G_0(E_q, E_p)\phi_1(\chi_q, \chi_p) \right). \end{aligned} \quad (9)$$

При этом вторые производные функций $u(\chi_p)$ и $v(\chi_p)$ по χ_p можно представить в виде:

$$\frac{d^2u(\chi_p)}{d\chi_p^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{2\text{cth}^2(\chi_p/2) - 1}{\text{sh}(\chi_p/2)} + \text{sh}(\chi_p/2) \right), \quad (10)$$

$$\frac{d^2v(\chi_p)}{d\chi_p^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{-2\text{th}^2(\chi_p/2) + 1}{\text{ch}(\chi_p/2)} + \text{ch}(\chi_p/2) \right). \quad (11)$$

При умножении функции (8) на сумму $\left(\operatorname{th}^2 \frac{\chi_p}{2} + \operatorname{cth}^2 \frac{\chi_p}{2} \right)$ можно получить выражение, в котором содержится вторая производная функции $\phi_1(\chi_q, \chi_p)$ по χ_p (9). Это означает, что интегральное уравнение (8) можно свести к дифференциальному:

$$\left(\operatorname{th}^2 \frac{\chi_p}{2} + \operatorname{cth}^2 \frac{\chi_p}{2} - 3 \frac{m}{(2\pi)^3} AG_0(E_q, E_p) - \frac{3}{2} \right) \phi_1(\chi_q, \chi_p) = 2 \frac{d^2 \phi_1(\chi_q, \chi_p)}{d\chi_p^2}. \quad (12)$$

Таким образом, для трехмерного потенциала, задаваемого в импульсном представлении формулой (4), получено выражение для соответствующего ему парциального потенциала (5) в случае $l = 1$, и показано, что для него интегральное уравнение (8), соответствующее p -состояниям, сводится к дифференциальному уравнению (12).

Литература

1. Капшай, В. Н. Решения релятивистских двухчастичных уравнений с произвольным орбитальным моментом / В. Н. Капшай, С. И. Фиалка // Известия ВУЗов. Физика. – 2017. – Т. 60, № 1. – С. 34–43.
2. Смирнов, В. И. Курс высшей математики : в 2 т. / В. И. Смирнов. – 24-е изд. – СПб. : БВХ-Петербург, 2008. – 2 т.
3. Ильин, В. А. Основы математического анализа : в 2 ч. / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 5-е изд. – М. : Физматлит, 2022. – ч. 2.

Л. А. Гурченко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Капшай**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАССЕЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН БИИЗОТРОПНЫМ ЦИЛИНДРОМ

Введение. В работе рассматривается задача рассеяния электромагнитной волны, падающей нормально к оси симметрии бесконечного цилиндра, выполненного из биизотропного материала и размещённого в биизотропной среде. Биизотропные среды включают в себя широкий класс материалов, что делает задачу универсальной [1, 2]. В работе выполнено определение электромагнитного поля внутри и вне цилиндра, а также графический анализ влияния параметров окружающей среды на рассеяние. Построенные зависимости коэффициентов рассеяния от радиуса цилиндра позволяют наглядно увидеть, как параметры окружающей биизотропной среды влияют на процесс рассеяния.

Постановка задачи. Пусть на цилиндр падает плоская монохроматическая электромагнитная волна, с направлением распространения которой совпадает ось x . Мы рассматриваем бесконечно длинный, однородный биизотропный цилиндр радиуса a . Ось z направим вдоль продольной оси симметрии цилиндра. Рассматриваемое электромагнитное поле является монохроматическим и представляется в виде $\vec{E}(t, \vec{x}) = \vec{E}(\vec{x})e^{-i\omega t}$. Необходимо определить электромагнитное поле как внутри цилиндра, так и рассеянное за его пределами поле. Окружающая среда принимается биизо-

тропной, и в качестве частных случаев включает среду Теллегена, киральную и изотропный диэлектрик.

Электромагнитные свойства биизотропных сред описываются соответствующими материальными уравнениями:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} + (\chi + i\alpha) \vec{H}, \quad \vec{B} = (\chi - i\alpha) \vec{E} + \mu \vec{H}. \quad (1)$$

Здесь $\vec{E}$ и $\vec{H}$ обозначают напряжённости электрического и магнитного полей, соответственно, а $\vec{D}$ и $\vec{B}$ – их индукции. Параметры ϵ и μ есть диэлектрическая и магнитная проницаемости среды, χ и α описывают магнитоэлектрический эффект, отражающий взаимное влияние электрического и магнитного полей, то есть возникновение электрического отклика на магнитное поле или магнитного отклика на электрическое. В частных случаях имеем: при $\alpha = 0$ и $\chi \neq 0$ среду Теллегена, при $\alpha \neq 0$ и $\chi = 0$ киральную среду, а при $\alpha = 0$ и $\chi = 0$ изотропную среду.

Волновые числа для плоских циркулярно поляризованных электромагнитных волн в биизотропной среде определяются по формулам

$$k_{\pm}(\omega) = \frac{\omega}{c} \left(\sqrt{\epsilon\mu - \chi^2} \pm \alpha \right). \quad (2)$$

Эти формулы справедливы и в указанных выше частных случаях.

Решение задачи.

Рассмотрим падающую вдоль оси x правоциркулярно поляризованную электромагнитную волну, у которой вектор электрического поля $\vec{E}$ и вектор магнитного поля $\vec{H}$ лежат в плоскости yz :

$$\vec{E}^{na\partial}(t, \vec{x}) = E_0 (\vec{e}_y + i\vec{e}_z) e^{ik_+(\omega)x}. \quad (3)$$

Используя уравнения Максвелла найдем $\vec{H}^{na\partial}(t, \vec{x})$:

$$\begin{aligned} \vec{H}^{na\partial}(t, \vec{x}) &= \frac{c}{i\omega\mu} \text{rot} \vec{E}^{na\partial}(t, \vec{x}) - \frac{(\chi - i\alpha)}{\mu} \vec{E}^{na\partial}(t, \vec{x}) = \\ &= \frac{c}{i\omega\mu} \left[k_+ E_0 (\vec{e}_y + i\vec{e}_z) e^{ik_+(\omega)x} e^{-i\omega t} \right] - \frac{(\chi - i\alpha)}{\mu} \left[E_0 (\vec{e}_y + i\vec{e}_z) e^{ik_+(\omega)x} \right] = \\ &= \left[\frac{ck_+(\omega)}{i\omega\mu} - \frac{(\chi - i\alpha)}{\mu} \right] E_0 (\vec{e}_y + i\vec{e}_z) e^{ik_+(\omega)x} e^{-i\omega t}. \end{aligned} \quad (4)$$

Из (3) и (4) получим падающее электрическое и магнитное поля в виде сумм по парциальным волнам в цилиндрических координатах:

$$E^{nao} = E_0 \left(\sin \varphi \vec{e}_\rho + \cos \varphi \vec{e}_\varphi + i \vec{e}_z \right) \sum_{m=-\infty}^{\infty} J_m(k_{+,1} \rho) i^m e^{im\varphi} e^{-i\omega t}, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \vec{H}^{nao}(t, \vec{x}) = & \frac{c}{i\omega\mu} E_0 \left\{ \vec{e}_\rho \left[- \sum_{m=-\infty}^{\infty} \frac{m}{\rho} J_m(k_{+,1} \rho) \right] + \vec{e}_\varphi \left[-ik_{+,1} \sum_{m=-\infty}^{\infty} J'_m(k_{+,1} \rho) \right] + \right. \\ & \left. + \vec{e}_z \left[\frac{\cos \varphi k_{+,1}}{\rho} \sum_{m=-\infty}^{\infty} J'_m(k_{+,1} \rho) - \sum_{m=-\infty}^{\infty} \frac{(\cos \varphi - i m \sin \varphi)}{\rho} J_m(k_{+,1} \rho) \right] \right\} i^m e^{im\varphi} e^{-i\omega t} - \\ & - \frac{(\chi - i\alpha)}{\mu} E_0 (\vec{e}_y + i \vec{e}_z) \sum_{m=-\infty}^{\infty} J_m(k_{+,1} \rho) i^m e^{im\varphi} e^{-i\omega t}. \end{aligned} \quad (6)$$

Аналогичным образом через ряды, содержащие функции Бесселя или Ханкеля, выражаются поле внутри цилиндра и рассеянное им, однако при этом учитываются различия в электромагнитных свойствах внутренней и внешней биизотропных сред:

$$E^{enump} = E_0 \left(\sin \varphi \vec{e}_\rho + \cos \varphi \vec{e}_\varphi + i \vec{e}_z \right) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[A_m^+ J_m(k_{+,2} \rho) \right] e^{im\varphi} e^{-i\omega t} + \quad (7)$$

$$+ E_0 \left(\sin \varphi \vec{e}_\rho + \cos \varphi \vec{e}_\varphi - i \vec{e}_z \right) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[A_m^- J_m(k_{-,2} \rho) \right] e^{im\varphi} e^{-i\omega t},$$

$$E^{pacc} = E_0 \left(\sin \varphi \vec{e}_\rho + \cos \varphi \vec{e}_\varphi + i \vec{e}_z \right) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[B_m^+ H_m^{(1)}(k_{+,1} \rho) \right] e^{im\varphi} e^{-i\omega t} + \quad (8)$$

$$+ E_0 \left(\sin \varphi \vec{e}_\rho + \cos \varphi \vec{e}_\varphi - i \vec{e}_z \right) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[B_m^- H_m^{(1)}(k_{-,1} \rho) \right] e^{im\varphi} e^{-i\omega t}.$$

Параметры, характеризующие электродинамические свойства внешней среды, обозначаются индексом 1, тогда как параметры, описывающие материал цилиндра, имеют индекс 2.

Путем учета граничных условий на границе раздела между цилиндром и окружающей средой может быть получена система уравнений для коэффициентов $A_m^\pm$ и $B_m^\pm$, определяющих внутреннее и рассеянное поля. Решение этой системы позволило определить аналитические выражения для этих неизвестных коэффициентов. С использованием полученных выражений были построены графики зависимости коэффициентов рассеяния от радиуса цилиндра при фиксированных значениях параметров среды (рисунок 1). При этом графики приведены только в случае $m=1$ для краткости.

На графиках, выполненных для различных параметров окружающей среды, можно проследить, как меняются амплитудные коэффициенты внутренней и рассеянной волн в зависимости от этих параметров.

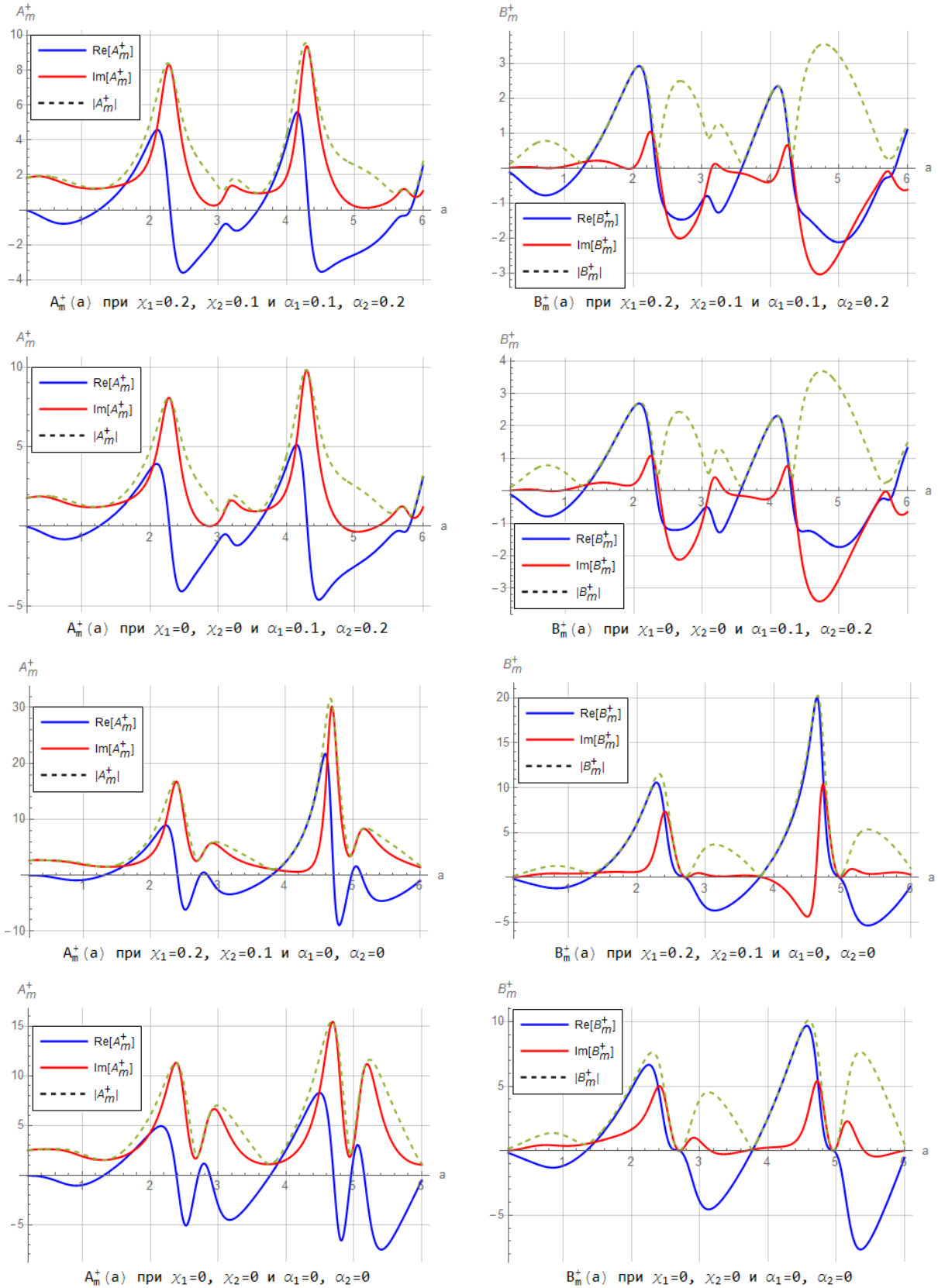


Рисунок 1 – Графики зависимостей коэффициентов A_m^+ и B_m^+ от радиуса цилиндра a

Заключение. В настоящей работе исследован процесс рассеяния плоской электромагнитной волны, падающей перпендикулярно оси симметрии бесконечного цилиндра, выполненного из биизотропного материала и находящегося в биизотропной среде.

Проведён графический анализ зависимости коэффициентов от радиуса цилиндра, что позволило выявить влияние различных типов среды на характер рассеяния.

Литература

1. Electromagnetic waves in chiral and bi-isotropic media / I. V. Lindell, A. H. Sihvola, S. A. Tretyakov, A. J. Viitanen. – Artech House, Boston and London. – 1994. – 344 p.
2. Jackson, J. D. Classical Electrodynamics / J. D. Jackson. – 3rd ed. – New York : John Wiley & Sons, 1999. – 833 p.

В. И. Дубовик, А. Д. Кулинич
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Капшай**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОБЩЕЕ УСЛОВИЕ КВАНТОВАНИЯ ДЛЯ ЧЕТНЫХ И НЕЧЕТНЫХ ВОЛНОВЫХ ФУНКЦИЙ В СЛУЧАЕ ЧЕТНОГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Одномерное стационарное уравнение Шредингера [1, 2]

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \Psi(x) + U(x) \Psi(x) = E \Psi(x) \quad (1)$$

с четным потенциалом ($U(-x) = U(x)$) для случая связанных состояний обычно решают, рассматривая отдельно случай четных волновых функций и случай нечетных волновых функций. Условия квантования энергии E при этом задаются разными формулами. Между тем, часто бывает необходимо знать общее условие квантования для всех дискретных значений энергии E . Покажем, что такое условие возможно получить для четного потенциала

$$U(x) = \begin{cases} 0, & |x| > a \\ -U_0, & |x| \leq a \end{cases} \quad (2)$$

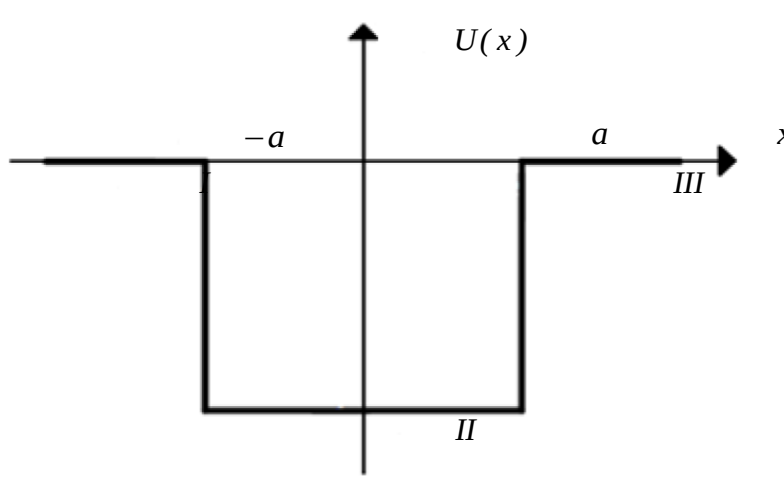


Рисунок 1 – Одномерная прямоугольная потенциальная яма

Рассмотрим случай связанных состояний $E = -\frac{\hbar^2}{2m}\kappa^2 < 0$. Уравнение Шредингера в областях I – III (рисунок 1) запишется так [3]:

$$\left(\frac{d^2}{dx^2} - \kappa^2\right)\Psi_{I,III}(x) = 0, \quad (3)$$

$$\left(\frac{d^2}{dx^2} + k^2\right)\Psi_{II}(x) = 0, \quad (4)$$

где $k^2 = \frac{2m}{\hbar^2}(E + U_0)$. Общие решения этих уравнений, содержащие произвольные константы A_j и B_j , имеют вид [4]:

$$\begin{aligned} \Psi_I(x) &= A_1 e^{-\kappa x} + B_1 e^{\kappa x}; \\ \Psi_{II}(x) &= A_2 e^{-ikx} + B_2 e^{ikx}; \\ \Psi_{III}(x) &= A_3 e^{-\kappa x} + B_3 e^{\kappa x}. \end{aligned} \quad (5)$$

Хорошо известно [5], что волновая функция и ее первая производная должны быть непрерывны в точках $x = -a$ и $x = a$:

$$\begin{cases} \Psi(-a-0) = \Psi(-a+0); \\ \Psi'(-a-0) = \Psi'(-a+0), \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \Psi(a-0) = \Psi(a+0); \\ \Psi'(a-0) = \Psi'(a+0). \end{cases} \quad (7)$$

Учитывая явный вид решений (5), условия сшивания волновых функций запишем как матричные равенства

$$M(i\kappa, -a) \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} = M(k, -a) \begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix}, \quad M(k, a) \begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} = M(i\kappa, a) \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где использовано обозначение:

$$M(k, x) = \begin{bmatrix} e^{ikx} & e^{-ikx} \\ ike^{ikx} & -ike^{-ikx} \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Комбинируя условия сшивания в точках $-a$ и a , получим связь для коэффициентов в областях I и III:

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} = M^{-1}(i\kappa, -a)M(k, -a)M^{-1}(k, a)M(i\kappa, a) \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

Обозначая элементы произведения четырех матриц M через Π , имеем:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} &= \frac{1}{4\kappa i k} \begin{bmatrix} \Pi_{11} & \Pi_{12} \\ \Pi_{21} & \Pi_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix} = \\ &= \frac{1}{4\kappa i k} \begin{bmatrix} 2ie^{-2\kappa a} [2\kappa k \cdot \cos(2ka) + (\kappa^2 - k^2) \cdot \sin(2ka)] & -2i(k^2 + \kappa^2) \cdot \sin(2ka) \\ 2i(k^2 + \kappa^2) \cdot \sin(2ka) & -2ie^{2\kappa a} [-2\kappa k \cdot \cos(2ka) + (\kappa^2 - k^2) \cdot \sin(2ka)] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (11)$$

Для того, чтобы волновая функция была нормируемой, необходимо выполнение условий $B_3 = 0$ и $A_1 = 0$. При $B_3 = 0$ константа A_1 может быть равной нулю только при выполнении условия $\Pi_{11} = 0$, что дает:

$$[2\kappa k \cdot \cos(2ka) + (\kappa^2 - k^2) \cdot \sin(2ka)] = 0. \quad (12)$$

Это условия и является общим условием квантования.

Отметим, что это условие упрощается до

$$(\kappa \cdot \cos(ak) - k \cdot \sin(ak))(k \cdot \cos(ak) + \kappa \cdot \sin(ak)) = 0. \quad (13)$$

Таким образом, условие квантования разбивается на два альтернативных варианта:

$$\kappa \cdot \cos(ak) - k \cdot \sin(ak) = 0, \quad (14)$$

$$k \cdot \cos(ak) + \kappa \cdot \sin(ak) = 0. \quad (15)$$

Покажем теперь, что при выполнении условия (14) (условия (15)) волновая функция оказывается четной (нечетной). Для этого запишем выражения для коэффициентов A_2 и B_2 через A_3 и B_3 и выражения коэффициентов A_1 и B_1 через A_2 и B_2 :

$$\begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{-2ik} \begin{bmatrix} e^{-ika} e^{-\kappa a} (\kappa - ik) & e^{-ika} e^{\kappa a} (-\kappa - ik) \\ e^{ika} e^{-\kappa a} (-\kappa - ik) & e^{ika} e^{\kappa a} (\kappa - ik) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_3 \\ B_3 \end{bmatrix}, \quad (16)$$

$$\begin{bmatrix} A_1 \\ B_1 \end{bmatrix} = \frac{1}{-2\kappa} \begin{bmatrix} e^{-ika} e^{-\kappa a} (-\kappa + ik) & e^{ika} e^{-\kappa a} (-\kappa - ik) \\ e^{-ika} e^{\kappa a} (-\kappa - ik) & e^{ika} e^{\kappa a} (-\kappa + ik) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Поскольку, как было отмечено выше, $B_3 = 0$, то из (16) имеем:

$$\begin{bmatrix} A_2 \\ B_2 \end{bmatrix} = \frac{A_2 e^{-\kappa a}}{-2ik} \begin{bmatrix} e^{-ika}(\kappa - ik) \\ e^{ika}(-\kappa - ik) \end{bmatrix}. \quad (18)$$

Заметим, что при учете условия квантования (14), выполняется соотношение:

$$\kappa \cdot \cos(ak) - k \cdot \sin(ak) = e^{-ika}(\kappa - ik) + e^{-ika}(-\kappa - ik). \quad (19)$$

Это соотношение означает, что $A_2 = B_2$, следовательно, в области II волновая функция $\Psi(x)$ примет вид:

$$\Psi_{II}(x) = -\frac{A_3}{ik} e^{-x(\kappa+ik)} (\kappa - ik) \cos(kx), \quad (20)$$

то есть является четной (при $|x| < a$).

Теперь из условия $A_2 = B_2$ и (17) нетрудно увидеть, что $A_1 = 0$, а $B_1 \equiv A_3$. Это означает, что волновая функция при всех x имеет вид:

$$\Psi(x) = \begin{cases} A_3 e^{\kappa x}, & x < -a; \\ -\frac{A_3}{ik} e^{-x(\kappa+ik)} (\kappa - ik) \cos(kx), & -a \leq x \leq a; \\ A_3 e^{-\kappa x}, & x > a, \end{cases} \quad (21)$$

то есть является четной.

Также заметим, что при учете условия квантования (15), выполняется соотношение:

$$k \cdot \cos(ak) + \kappa \cdot \sin(ak) = e^{-ika}(-\kappa + ik) + e^{ika}(\kappa + ik). \quad (22)$$

Это соотношение означает, что $B_2 = -A_2$, следовательно, в области II волновая функция $\Psi(x)$ равна:

$$\Psi_{II}(x) = \frac{A_3}{k} e^{-x(\kappa+ik)} (\kappa - ik) \sin(kx), \quad (23)$$

то есть является нечетной (при $|x| < a$).

Теперь из условия $B_2 = -A_2$ и (17) нетрудно увидеть, что $B_1 \equiv -A_3$. Это означает, что волновая функция при всех x имеет вид:

$$\Psi(x) = \begin{cases} -A_3 e^{\kappa x}, & x < -a; \\ \frac{A_3}{k} e^{-x(\kappa+ik)} (\kappa - ik) \sin(kx), & -a \leq x \leq a; \\ A_3 e^{-\kappa x}, & x > a, \end{cases} \quad (24)$$

то есть является нечетной.

Литература

1. Елютин, П. В. Квантовая механика (с задачами) / П. В. Елютин, В. Д. Кривченков. – М. : Наука, 1976. – 332 с.
2. Griffiths, David J. Introduction to Quantum Mechanics / David J. Griffiths, Darrell F. Schroeter. – Cambridge : Cambridge University Press, 2018. – 508 p.
3. Киселев, В. В. Квантовая механика. Курс лекций / В. В. Киселев. – М. : МЦНМО, 2023. – 720 с.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: квантовая механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2004. – 800 с.
5. Давыдов, А. С. Квантовая механика / А. С. Давыдов. – М. : Наука, 1973. – 699 с.

М. Ю. Евсиевич

(БГУ, ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника», Минск)

Науч. рук. **И. В. Семченко**, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р физ.-мат. наук, профессор

СВОЙСТВА КРЕСТООБРАЗНОГО ФИЛЬТРА КАК ЭЛЕМЕНТА МЕТАМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕРАГЕРЦОВЫХ ЧАСТОТ

Метаматериалы – это искусственно созданные материалы, разработанные для проявления свойств, не встречающихся в природе. Уникальные свойства метаматериалов обусловлены не их химическим составом, а их точно спроектированной микроскопической архитектурой, часто организованной в повторяющиеся узоры, меньшие, чем длины волн, с которыми они взаимодействуют. Тщательно структурируя состав метаматериалов, с их помощью возможно управление светом, звуком и другими волнами необычными способами.

Метаматериал или, точнее, метаповерхность часто используют для изготовления частотных фильтров электромагнитных волн. В частности, под метаповерхностью понимается металлический слой малой толщины, с вырезанными в нем периодически повторяющимися элементарными ячейками (резонаторами), размер которых меньше длины волны падающего излучения. По сути подобные метаповерхности работают как частотно-избирательные поверхности, но самое важное их свойство состоит в том, что оптические характеристики могут быть изменены выбором геометрии метаповерхности и размерами ее элементарной ячейки. Также они компактны и предполагают простой и доступный процесс изготовления [1].

Объектом исследования является полосовой фильтр для терагерцовых частот, у которого в качестве элементарной ячейки выбран крестообразный микрорезонатор (рисунок 1). В качестве исходного образца был выбран фильтр, для которого, исходя из резонансной частоты $\lambda = 0,5$ ТГц, были рассчитаны значения параметров: длины $L = 296$ мкм, ширины $K = 74$ мкм и периода $G = 444$ мкм, которые были рассчитаны исходя из статьи Портерфилда и соавторов [1, 2]. Целью являлось выяснить, как меняются характеристики фильтра при изменении только одного из выше перечисленных параметров, а именно ширины полосы крестообразного элемента K . Отметим, что одной из основных характеристик фильтра является его резонансная частота, которая обычно изменяется путём масштабирования, т. е. пересчётом известных параметров на другие, с помощью коэффициентов масштабирования, для другой требуемой резонансной частоты.

Ниже приведены значения ширины K , которые использовались для определения характеристик фильтра. Для большего удобства было принято решение взять за шаг

между соседними значениями $1/4$ от ширины стартового образца, что позволит определить тип зависимости характеристики от ширины креста.

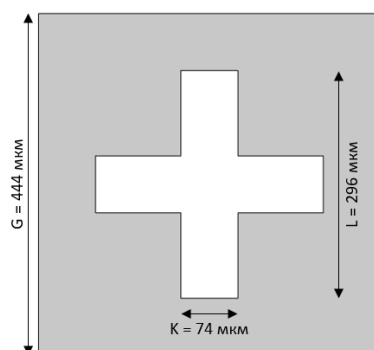


Рисунок 1 – Вид крестообразного микрорезонатора с указанием его параметров

Использовались следующие значения исследуемой ширины K для крестового фильтра (мкм): 18,5; 37; 55,5; 74; 92,5; 111; 129,5.

Применялись программы COMSOL Multiphysics для расчётов значений и MatLAB для визуализации полученных зависимостей (рисунки 2–5).

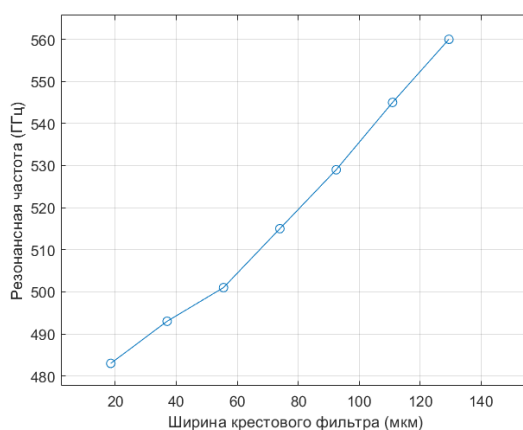
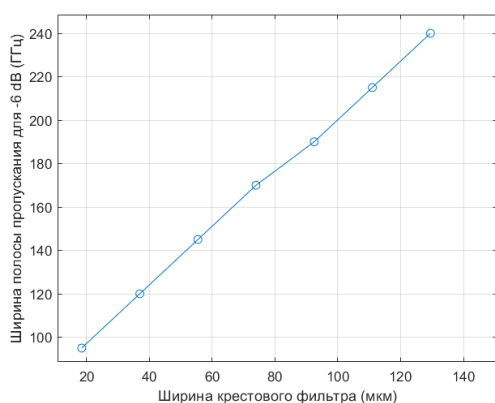
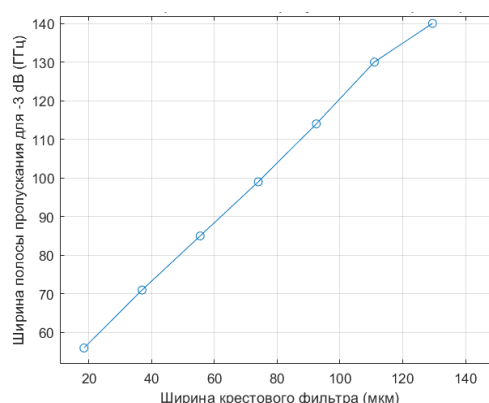


Рисунок 2 – Зависимость резонансной частоты крестового фильтра от ширины креста



а



б

Рисунок 3 – Зависимость ширины полосы пропускания от ширины крестового фильтра:
а – для силовых величин; б – для энергетических величин

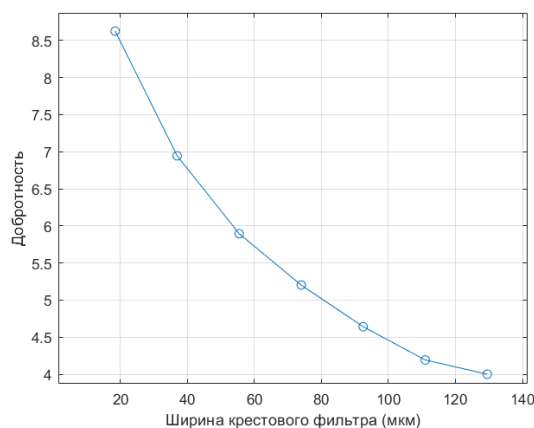


Рисунок 4 – Зависимость значения добротности от ширины креста фильтра

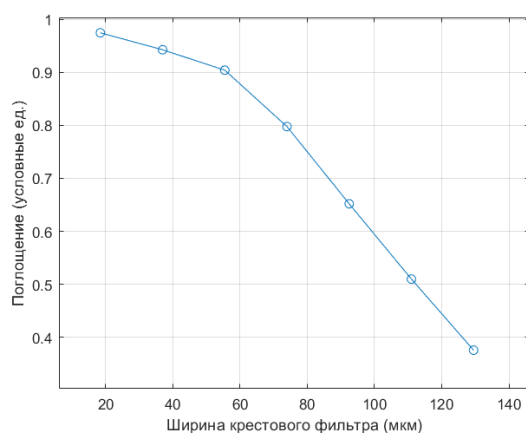


Рисунок 5 – Зависимость значения поглощения от ширины креста фильтра

Из полученных графиков можно сделать вывод, что изменение ширины крестового фильтра приводит к линейным или близким к линейным изменениям в характеристиках фильтра. Полученные результаты позволяют легко и точно изменять крестовой фильтр для требуемых задач, изменяя только его ширину. Данная особенность особенно важна при проектировании метаматериалов и метаповерхностей [3].

Литература

1. Соболева, В. Ю. Методическое пособие по лабораторному практикуму / В. Ю. Соболева, А. В. Возианова, М. К. Ходзицкий, М. К. Нанофотоника. – СПб. : Университет ИТМО, 2018. – 49 с.
2. Porterfield, D. W. Resonant metal-mesh bandpass filters for the far infrared / D. W. Porterfield, J. L. Hesler, R. Densing, E. R. Mueller [et al.] //Applied Optics. – 1994. – V. 33. – №. 25. – P. 6046–6052.
3. Семченко, И.В. Электромагнитные волны в метаматериалах и спиральных структурах / И. В. Семченко, С. А. Хахомов. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 279 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ JAVA ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Java – строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования общего назначения, разработанный компанией Sun Microsystems, имеющий крайне большую популярность среди разработчиков.

Популярность языка обусловлена его функциональностью и активным развитием, также стоит отметить, что некоторые языки программирования, такие, как Kotlin, Scala, Clojure работают поверх jvm. Java активно применяется в разработке банковских систем, веб-разработке, создании андроид приложений, десктопных программ, корпоративного софта.

Также Java можно использовать для создания программ, базирующихся на решении физических и прочих задач.

В данной работе рассмотрим пример решения физических уравнений с использованием языка программирования Java.

Задача 1: Мяч брошен с начальной скоростью 20 м/с под углом 30 градусов относительно горизонтальной оси. Рассчитайте: максимальную высоту, на которую поднимется мяч, время, через которое мяч вернется на землю, горизонтальное расстояние, которое пройдет мяч (дальность полета).

Для решения создадим новый класс BallMotion и пропишем код (рисунок 1).

```
/**
 * @author NizkZhezL
 * Мяч брошен с начальной скоростью 20 м/с под углом 30 градусов относительно горизонтальной оси.
 * Рассчитайте: максимальную высоту, на которую поднимется мяч, время, через которое мяч вернется на землю,
 * горизонтальное расстояние, которое пройдет мяч (дальность полета).
 */
public class BallMotion {
    public static void main(String[] args) {
        // Данные задачи
        double v0 = 20.0; // Начальная скорость (м/с)
        double angle = 30.0; // Угол броска (градусы)
        double g = 9.81; // Ускорение свободного падения (м/с^2)
        // Преобразуем угол в радианы
        double angleRad = Math.toRadians(angle);
        // 1. Максимальная высота
        double maxHeight = (Math.pow(v0, 2) * Math.pow(Math.sin(angleRad), 2)) / (2 * g);
        System.out.println("Максимальная высота: " + maxHeight + " метров");
        // 2. Время полета
        double timeOfFlight = (2 * v0 * Math.sin(angleRad)) / g;
        System.out.println("Время полета: " + timeOfFlight + " секунд");
        // 3. Горизонтальное расстояние
        double range = v0 * Math.cos(angleRad) * timeOfFlight;
        System.out.println("Горизонтальное расстояние (дальность полета): " + range + " метров");
    }
}
```

Рисунок 1 – Пример создания нового класса для решения поставленной задачи

Далее запустим компилятор (рисунок 2).

```
"C:\Program Files\Java\jdk-22\bin\java.exe" "-javaagent:C:\Program Files\Jet
Максимальная высота: 5.096839959225279 метров
Время полета: 2.0387359836901116 секунд
Горизонтальное расстояние (дальность полета): 35.311943069701876 метров

Process finished with exit code 0
```

Рисунок 2 – Консольный вывод решения задачи

Таким образом мы разработали программу, реализующую решение задачи 1.

Задача 2: Автомобиль начинает движение с постоянным ускорением 3 м/с^2 . Какое расстояние он пройдёт за 10 секунд, если его начальная скорость равна 0?

Для решения создадим новый класс CarMovementCount (рисунок 3).

```
/**
 * @author NizkZhezl
 * Автомобиль начинает движение с постоянным ускорением 3 м/с^2.
 * Какое расстояние он пройдёт за 10 секунд,
 * если его начальная скорость равна 0?
 */
public class CarMovement {
    public static void main(String[] args) {
        // Данные задачи
        double initialSpeed = 0.0; // Начальная скорость автомобиля (м/с)
        double acceleration = 3.0; // Ускорение автомобиля (м/с^2)
        double time = 10.0; // Время движения (секунды)

        // Рассчитываем расстояние, пройденное автомобилем
        double distance = (0.5 * acceleration * Math.pow(time, 2)); // Расстояние, пройденное автомобилем
        System.out.println("Расстояние, пройденное автомобилем за " + time + " секунд: " + distance + " метров");
    }
}
```

Рисунок 3 – Программный код для решения задачи 2

После запуска в консоли получим результат (рисунок 4).

```
"C:\Program Files\Java\jdk-22\bin\java.exe" "-javaagent:C:\Program Files\
Расстояние, пройденное автомобилем за 10.0 секунд: 150.0 метров

Process finished with exit code 0
```

Рисунок 4 – Вывод решения для задачи 2

Таким образом, на практическом примере убедились, что с помощью языка Java можно решать физические задачи разной сложности.

П. В. Жоглов

(БрГТУ, Брест)

Науч. рук. **Н. Н. Ворсин**, канд. физ.-мат. наук, доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ НИТРИДНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЬНОГО ДИОДА

Очередной этап развития электроники состоит в переходе к новым полупроводниковым материалам, позволяющим превзойти результаты, достигнутые на кремнии. Одним из таких материалов является нитрид галлия. В сравнении с кремнием этот материал имеет в три раза более широкую запрещённую зону и на порядок большую электрическую прочность (таблица 1). Это позволяет создавать электронные приборы, работающие при существенно более высоких температурах и более высоких напряжениях.

Таблица 1 – Характеристики нитрида галлия в сравнении с кремнием

Материал	Поле пробоя, (МВ/см)	E_g (эВ)	ϵ_r
Si	0,3	1,12	11,9
GaN	3,3	3,43	9,5

Простейшим применением полупроводника является построение выпрямителя переменного напряжения на основе односторонней проводимости р-п-перехода. В настоящей работе построена модель выпрямителя, использующего р-п- переход на нитриде галлия. Модель позволяет оценить потери амплитуды выпрямляемого напряжения на прямой ветви перехода и частотные свойства диода.

Мы полагаем, что р-п-переход имеет вертикальную структуру, у которой верхняя часть имеет дырочную, а нижняя – электронную проводимости. Омические контакты расположены сверху и снизу структуры. Вертикальный размер (высота) р-п- перехода определится допустимым обратным напряжением, которое прикладывается к переходу. Данная величина промается равной 5000 В. При таком обратном напряжении диод должен вмещать в себе р-п-переход, толщина которого определяется известной формулой [1]:

$$x = \sqrt{\frac{2\epsilon\epsilon_0 U_{\max}}{e} \left(\frac{1}{N_d} + \frac{1}{N_a} \right)}, \quad (1)$$

где $\epsilon\epsilon_0$ – абсолютная диэлектрическая проницаемость;

e – элементарный заряд;

$U_{\max}$ – максимальное обратное напряжение на переходе;

N_d, N_a – концентрации соответственно донорной и акцепторной примесей, которые были взяты 10^{17} см^{-3} .

При таких исходных величинах толщина перехода $x = 10 \text{ мкм}$. Поперечные размеры кристалла также были взяты равными 10 мкм. На рисунке 1 показан разрез кристалла. В виду симметрии кристалла изображена и используется в расчётах только его половинка.

Для моделирования процессов в диоде использован программный комплекс “COMSOL MULTIPHYSICS”, который позволяет не только проследить за процессами в полупроводниковом кристалле, но и моделировать его поведение в электрической цепи. Схема цепи в нашем случае очень простая. Она показана на рисунке 2 и содержит всего три элемента: источник синусоидального напряжения, исследуемый диод и резистор с номиналом 100 кОм. Частоту и амплитуду источника можно задавать перед запуском модели на расчёт. Модуль «Полупроводники» в COMSOL позволяет задавать форму и размеры кристалла, регионы и параметры его легирования, содержит все уравнения по-

ведения носителей заряда полупроводника, автоматически формирует граничные условия, в том числе и на контактных площадках, имеет встроенные подмодели генерации и рекомбинации свободных носителей заряда и их подвижности. Кроме того, имеется библиотека необходимых параметров полупроводниковых материалов. В расчёте была выбрана модель генерации и рекомбинации Шокли Рида Холла, неизменная подвижность электронов – $1200 \text{ В}^2\text{см}^{-1}\text{с}^{-1}$ и дырок – $350 \text{ В}^2\text{см}^{-1}\text{с}^{-1}$.

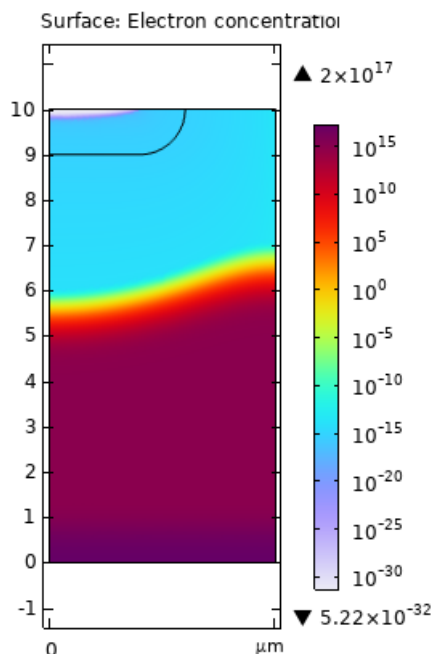


Рисунок 1 – Разрез кристалла и распределение концентрации свободных электронов при обратном напряжении 50 В

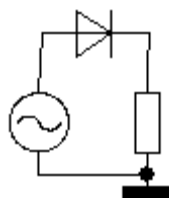


Рисунок 2 – Схема включения

Расчёт динамического поведения модели выполняется COMSOL в два этапа. В начале рассчитывается стационарный режим при нулевых смещениях на электродах модели. Затем, после получения решения стационарного режима он используется в качестве начального условия для поиска временных зависимостей при заданных напряжениях на электродах.

Расчёт проводился в два этапа. На первом из них задавалась низкая частота изменения напряжения источника $f = 1 \text{ кГц}$. При такой частоте параметры перехода не отличаются от характеристик на нулевой частоте. При этом можно получить статическую ВАХ диода, график которой показан на рисунке 3, а также другие параметры постоянного тока. В частности, потери амплитуды напряжения за счёт прямого падения напряжения составляют около 3,5 В. Получаются также распределение концентраций свободных носителей заряда, границы р-п- перехода (рисунок 1), зонные диаграммы и др. характеристики стационарного режима. Величина обратного тока составляет столь ничтожную величину, что зафиксировать в модели её не удаётся, видимо, она менее 1–2 пА.

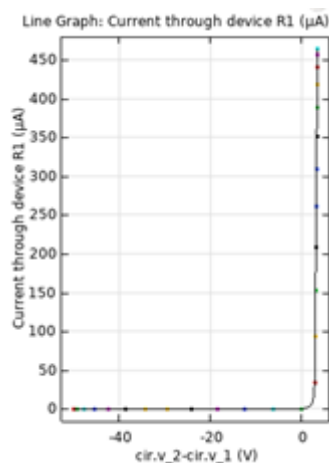


Рисунок 3 – Статическая ВАХ нитридного диода

На втором этапе задавалась высокая частота изменения напряжения источника $f = 50$ МГц. При этом ярко проявляются динамические характеристики диода, связанные с конечными временами накопления и рассасывания неосновных носителей зарядов. На рисунке 4 приведены графики зависимости от времени напряжений на диоде и нагрузочном резисторе. Хорошо видно, что напряжение на резисторе, а следовательно, и ток диода, имеет отрицательные выбросы до 15 В и длительностью около 5 нс.

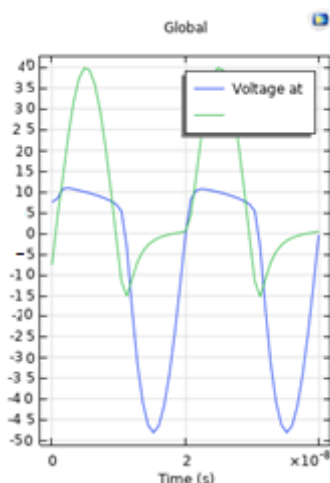


Рисунок 4 – Графики зависимости от времени напряжений на диоде и нагрузочном резисторе

Интересно сравнить результаты моделирования с параметрами кремниевых диодов, имеющих аналогичные характеристики по величинам пробивного напряжения и прямого тока. Наиболее близким является диодный столб КЦ106А, у которого величина прямого напряжения составляет около 20 В, обратного тока – 30 мкА, при пробивном напряжении 4000 В. Таким образом, параметры нитридного диода существенно превосходят соответствующие характеристики кремниевых высоковольтных диодов.

Литература

1. Пасынков, Л. К. Полупроводниковые приборы / Л. К. Пасынков, А. Д. Чиркин. – СПб. : Лань, 2003. – 415 с.
2. Курушин, А. А. Решение мультифизических СВЧ задач с помощью САПР COMSOL / А. А. Курушин. – М. : “One-Book”, 2016. – 376 с.

М. С. Загорникова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **С. А. Лукашевич**, ст. преподаватель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Современная физика сталкивается с необходимостью обработки огромных объемов данных (временные ряды, спектры, изображения), которые сложно анализировать традиционными методами. Машинное обучение (МО) предлагает инструменты для автоматизации анализа, поиска закономерностей и прогнозирования, что особенно важно для специальности «Компьютерная физика», объединяющей физику, математику и информационные технологии (ИТ).

Целью работы является систематизация подходов к применению МО для анализа физических данных в рамках учебной программы «Компьютерная физика».

Основные задачи, поставленные в работе:

- изучить теоретические основы МО: алгоритмы, метрики, этапы работы;
- проанализировать особенности физических данных (типы, предобработка);
- рассмотреть методы, библиотеки и инструменты для анализа.
- показать интеграцию МО в дисциплины (параллельные вычисления, моделирование).

Ключевая идея заключается в том, что машинное обучение перестает быть просто вспомогательным инструментом – оно становится частью методологии физических исследований.

Автоматизация анализа данных, построение точных прогностических моделей и даже открытие новых физических закономерностей – все это теперь возможно благодаря интеграции МО в научные процессы.

Машинное обучение – это современный подход к анализу данных, который особенно полезен при работе с большими объемами информации в физике. В отличие от традиционных методов, где все правила задаются вручную, здесь компьютер сам находит закономерности в данных.

Основные направления машинного обучения можно разделить на три типа:

- обучение с учителем – когда у нас есть готовые примеры с правильными ответами. Например, можно научить компьютер распознавать разные типы частиц по данным с детекторов;
- обучение без учителя – когда мы ищем скрытые закономерности в данных без готовых ответов. Это полезно, например, для группировки звезд по их характеристикам;
- обучение с подкреплением – когда система учится методом проб и ошибок. Так можно оптимизировать параметры сложных экспериментов.

Среди популярных методов стоит отметить:

- линейную и логистическую регрессию для предсказаний [1];
- метод опорных векторов для классификации данных;
- нейронные сети для сложных задач, таких как анализ изображений.

Сравнительный график линейной и логистической регрессии показан на рисунке 1.

Принцип работы линейной регрессии методом опорных векторов показан на рисунке 2. На рисунке 3 проиллюстрирован пример простой нейронной сети.

Особенно важно правильно оценивать качество работы алгоритмов. Для этого используют различные показатели точности и проверяют, как хорошо модель работает на новых данных.

Главное преимущество машинного обучения в физике – это возможность автоматически обрабатывать большие объемы экспериментальных данных и находить в них скрытые закономерности, которые трудно заметить стандартными методами.

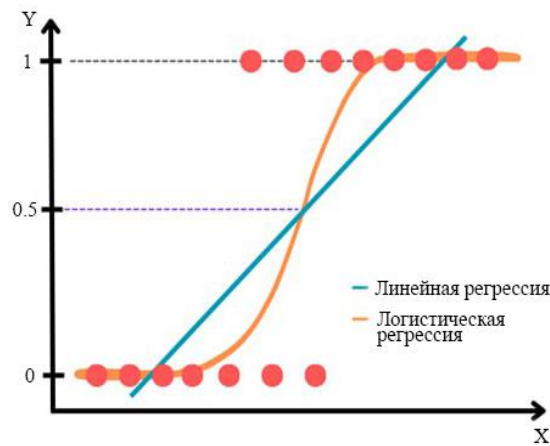


Рисунок 1 – Сравнительный график линейной и логистической регрессии

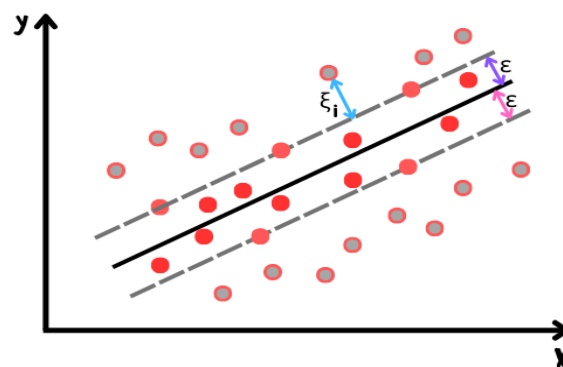


Рисунок 2 – Принцип работы линейной регрессии методом опорных векторов

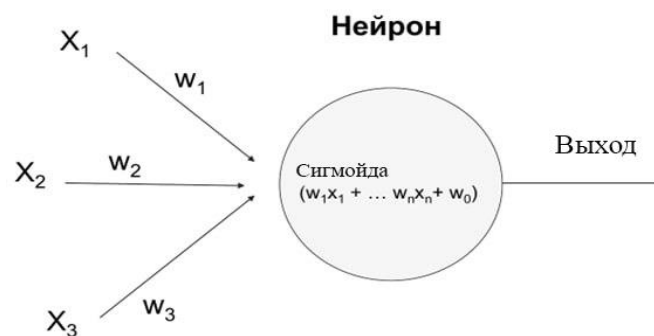


Рисунок 3 – Пример простой нейронной сети

Физические эксперименты и наблюдения генерируют огромные объемы сложных данных – от показаний датчиков до астрономических снимков. Эти данные трудно анализировать традиционными методами из-за их масштабов и особенностей. Машинное обучение предлагает новые подходы к обработке такой информации.

Перед тем как применять алгоритмы, данные необходимо тщательно подготовить. Люди очищают их от случайных ошибок и шумов, приводят к единому формату, выделяют наиболее значимые параметры. Это кропотливая работа, но без нее невозможно получить достоверные результаты [2].

Основная сложность заключается в том, что физические данные часто противоречивы и неочевидны. Приборы могут давать погрешности, а некоторые явления трудно

измерить напрямую. Кроме того, важно не просто получить ответ от компьютера, но и понять его физический смысл.

Сегодня машинное обучение помогает решать множество практических задач в физике. Алгоритмы предсказывают солнечную активность, анализируют поведение частиц в ускорителях, расшифровывают свет далеких звезд. Но самое ценное – это совместная работа программистов и физиков, когда технические решения помогают глубже понять законы природы.

Для обработки физических данных применяются специализированные вычислительные методы и программные инструменты. Python с научными библиотеками представляет собой основной рабочий инструмент благодаря своей гибкости и производительности.

NumPy обеспечивает эффективную работу с многомерными массивами, Pandas предоставляет удобные структуры данных для табличной информации. SciPy содержит набор алгоритмов для научных вычислений, а Matplotlib позволяет качественно визуализировать результаты [3].

В области машинного обучения Scikit-learn реализует классические алгоритмы, включая методы классификации, регрессии и кластеризации. TensorFlow и PyTorch используются для построения и обучения нейронных сетей различной архитектуры.

Критически важным этапом является валидация моделей. Применяются методы кросс-валидации, анализ обучающих кривых, подбор гиперпараметров с использованием сеточного поиска и байесовской оптимизации. Особое внимание уделяется интерпретируемости результатов и их физической достоверности.

Эффективная визуализация играет ключевую роль в анализе и интерпретации физических данных. Для временных рядов применяются линейные графики с выделением трендов и аномалий. Диаграммы рассеяния позволяют выявлять корреляции между параметрами.

Тепловые карты используются для представления матричных данных, таких как корреляционные матрицы или пространственные распределения. 3D-визуализация применяется для анализа объемных данных и сложных структур.

При создании визуализаций соблюдается баланс между информативностью и наглядностью. Используются научно обоснованные цветовые палитры, четкая разметка осей и подписей. Современные инструменты позволяют создавать интерактивные визуализации для более глубокого анализа.

Машинное обучение открывает новые возможности для анализа физических данных, позволяя решать задачи, которые раньше казались слишком сложными или трудоемкими. В ходе исследования мы убедились, что современные алгоритмы могут не только ускорять обработку экспериментальных результатов, но и помогать обнаруживать скрытые закономерности.

Важно понимать, что применение этих методов требует глубокого понимания как физической сути задач, так и принципов работы алгоритмов. Успех зависит от грамотной подготовки данных, правильного выбора модели и тщательной проверки результатов. Особую ценность представляет сочетание вычислительных возможностей машинного обучения с физической интуицией исследователя.

Перспективы развития этого направления связаны с созданием более специализированных инструментов, учитывающих особенности физических данных. Также важно работать над улучшением интерпретируемости результатов, чтобы компьютерные выводы не просто давали точные предсказания, но и помогали глубже понимать физические процессы.

Практическая ценность работы подтверждается примерами успешного применения рассмотренных методов в реальных исследованиях – от анализа данных с ускорителей частиц до обработки астрономических наблюдений. Это доказывает, что машинное обучение становится неотъемлемой частью современной физики, расширяя возможности научного познания.

Литература

1. Машинное обучение: Линейная регрессия. Теория и реализация. С нуля. На чистом Python. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/863194/>. – Дата доступа: 17.03.2024.
2. Как работать с временными рядами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/550978/>. – Дата доступа: 17.03.2024.
3. Фоминых, Е. И. Инструментальное программное обеспечение : учебное пособие / Е. И. Фоминых, Т. Е. Фоминых. – Минск : РИПО, 2022. – 240 с.

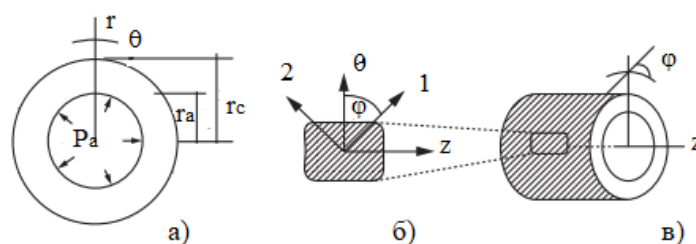
С. В. Киргинцева

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. В. Можаровский**, д-р техн. наук, профессор

ВЛИЯНИЕ УГЛА АРМИРОВАНИЯ ТРУБЫ ИЗ КОМПОЗИТА НА ЕЁ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ

Введение и постановка задачи. Явление гидравлического удара является сложным физическим процессом, в результате которого могут возникнуть кризисные ситуации. В данной работе рассматриваются однослойные композитные трубы, армированные волокнами под углом φ , длиной L и диаметром D с протекающей внутри жидкостью плотностью ρ . На рисунке 1 представлена физическая модель рассматриваемого трубопровода, внутри которого происходит течение жидкости с определенной скоростью и заданным внутренним давлением P_a .



а – сечение трубы с внутренним давлением P_a ;
 б – система координат; в – угол ламинирования φ [1]

Рисунок 1 – Композитная труба

Решается задача компьютерной реализации определения напряженно-деформированного состояния (НДС) при различных углах армирования при гидравлическом ударе.

Методика определения напряженно-деформированного состояния однослойных труб при гидравлическом ударе. Для плоской деформации соотношения между компонентами напряжений и деформаций будут [1]

$$\begin{Bmatrix} \sigma_\theta \\ \sigma_r \\ \sigma_z \\ \tau_{rz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & 0 \\ C_{12} & C_{22} & C_{23} & 0 \\ C_{13} & C_{23} & C_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_\theta \\ \varepsilon_r \\ \varepsilon_z \\ \gamma \end{Bmatrix}.$$

Условие равновесия для рассматриваемой задачи имеет вид [1]:

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + (\sigma_r - \sigma_\theta) \frac{1}{r} = 0,$$

где σ_r , σ_θ – напряжения по направлениям r , θ .

Учитывая граничные условия $\sigma_r(r_a) = P_a$ и $\sigma_r(r_c) = 0$, решая дифференциальное уравнение равновесия, получаем зависимости для определения напряжений [1], считая, что найдена величина максимального давления P_a при гидроударе по методике [3]:

$$\sigma_r(r) = \left[\frac{-P_a}{r_a^{\eta-1} - r_c^{2\eta} r_a^{-(1+\eta)}} \right] r^{\eta-1} - \left[\frac{-P_a}{(r_a^{\eta-1} / r_c^{2\eta}) - r_a^{-(\eta+1)}} \right] r^{-(\eta+1)},$$

$$\sigma_\theta(r) = \left[\frac{-P_a}{r_a^{\eta-1} - r_c^{2\eta} r_a^{-(1+\eta)}} \right] \frac{C_{11} + \eta C_{13}}{C_{13} + \eta C_{33}} r^{\eta-1} - \left[\frac{-P_a}{(r_a^{\eta-1} / r_c^{2\eta}) - r_a^{-(\eta+1)}} \right] \frac{C_{11} - \eta C_{13}}{C_{13} - \eta C_{33}} r^{-(\eta+1)},$$

$$\sigma_z(r) = \left[\frac{-P_a}{r_a^{\eta-1} - r_c^{2\eta} r_a^{-(1+\eta)}} \right] \frac{C_{12} + \eta C_{23}}{C_{13} + \eta C_{33}} r^{\eta-1} - \left[\frac{-P_a}{(r_a^{\eta-1} / r_c^{2\eta}) - r_a^{-(\eta+1)}} \right] \frac{C_{12} - \eta C_{23}}{C_{13} - \eta C_{33}} r^{-(\eta+1)},$$

$$\text{где } \eta = \left(\frac{E_{11} + 4v_{12}^2 \mu_{23}}{G_{23} + \mu_{23}} \right)^{1/2}, \quad s_\varphi = \sin \varphi, \quad t_\varphi = \cos \varphi.$$

$$\begin{aligned} \frac{C_{11} \pm \eta C_{13}}{C_{13} \pm \eta C_{33}} &= \\ &= \frac{\left[(E_{11} + 4v_{12}^2 \mu_{23}) t^4 + 4(\mu_{23} v_{12} + G_{12}) s^2 t^2 + (G_{23} + \mu_{23}) s^4 \right] \pm \eta \left[2\mu_{23} v_{12} t^2 + (\mu_{23} - G_{23}) s^2 \right]}{\left[2\mu_{23} v_{12} t^2 + (\mu_{23} - G_{23}) s^2 \right] \pm \eta (G_{23} + \mu_{23})}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{C_{12} \pm \eta C_{23}}{C_{13} \pm \eta C_{33}} &= \\ &= \frac{\left[(E_{11} + 4v_{12}^2 \mu_{23} + G_{23} + \mu_{23} - 4G_{12}) s^2 t^2 + 2\mu_{23} v_{12} (s^4 + t^4) \right] \pm \eta \left[2\mu_{23} v_{12} s^2 + (\mu_{23} - G_{23}) t^2 \right]}{\left[2\mu_{23} v_{12} t^2 + (\mu_{23} - G_{23}) s^2 \right] \pm \eta (G_{23} + \mu_{23})}, \end{aligned}$$

$$E_{11} = V E_f + (1-V) E_m + \frac{4V(1-V)(v_f - v_m)^2}{(1-V)/(K_f + G_f/3) + V/(K_m + G_m/3) + 1/G_m},$$

$$v_{12} = V v_f + (1-V) v_m + \frac{V(1-V)(v_f - v_m)(1/(K_f + G_f/3) - 1/(K_m + G_m/3))}{(1-V)/(K_f + G_f/3) + V/(K_m + G_m/3) + 1/G_m},$$

$$\mu_{23} = K_m + \frac{G_m}{3} + \frac{V}{1/(K_f - K_m + (G_f - G_m)/3) + (1-V)/(K_m + 4G_m/3)},$$

$$G_{23} = G_m \left[1 + \frac{V}{G_m / (G_f - G_m) + (K_m + 7G_m / 3) / (2K_m + 8G_m / 3)} \right], \quad G_{12} = G_m \frac{G_f (1+V) + G_m (1-V)}{G_f (1-V) + G_m (1+V)},$$

$$K_m = \frac{E_m}{3(1-2\nu_m)}, \quad K_f = \frac{E_f}{3(1-2\nu_f)}, \quad G_m = \frac{E_m}{2(1+\nu_m)}, \quad G_f = \frac{E_f}{2(1+\nu_f)},$$

где E , ν , K , G – модуль упругости, коэффициент Пуассона, модуль объемной упругости, модуль сдвига соответственно;

индексы f и m характеризуют волокно и матрицу соответственно;

V – процентное содержание волокон в матрице композиционного материала.

Примеры расчета напряженно-деформированного состояния однослойных труб. Создана программа в среде *Delphi* для расчета напряженно-деформированного состояния однослойных ортотропных труб из композитов.

Пример 1. Рассмотрим однослойные трубы из композита, состоящие из полиэтилена и армирующей проволоки [2]: (модули упругости и коэффициенты Пуассона трубы равны $E_f = 207$ ГПа, $\nu_f = 0,3$, $E_m = 1,43$ ГПа, $\nu_m = 0,4$ с радиусами $r_a = 0,232$ м, $r_c = 0,25$ м. Волокна в матрице композиционного материала расположены под углом φ ($V = 1,48$ %). Графики изменения напряжений при различных углах армирования представлены на рисунке 2.

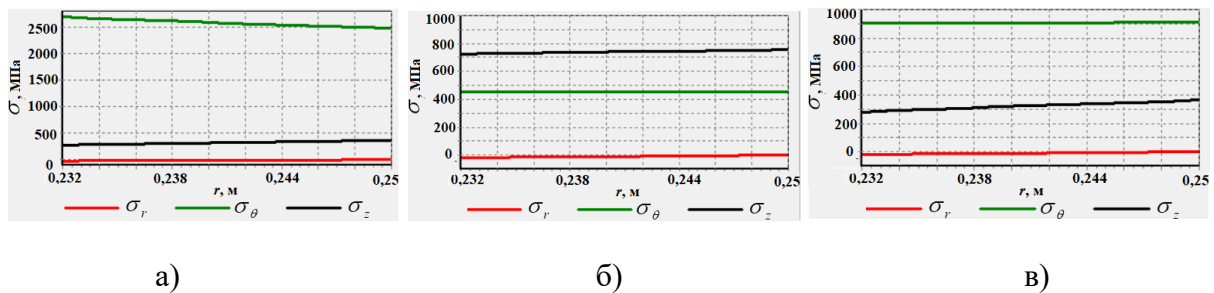


Рисунок 2 – Графики изменения напряжений: а – $\varphi=0^\circ$; б – $\varphi=45^\circ$; в – $\varphi=90^\circ$

Пример 2. Рассмотрим однослойные трубы из материалов, указанных в [1, 3] (материал 1: эпоксидная смола со стекловолокном, $E_f = 86$ ГПа; $\nu_f = 0,22$; $E_m = 3,76$ ГПа; $\nu_m = 0,374$; материал 2: эпоксидная смола с углеродным волокном, $E_f = 388$ ГПа; $\nu_f = 0,358$; $E_m = 3,76$ ГПа; $\nu_m = 0,374$) с радиусами $r_a = 0,12$ м, $r_c = 0,15$ м. Процентное содержание волокон $V = 30$ %. Графики изменения напряжений при различных углах армирования представлены на рисунке 3 (материал 1) и рисунке 4 (материал 2).

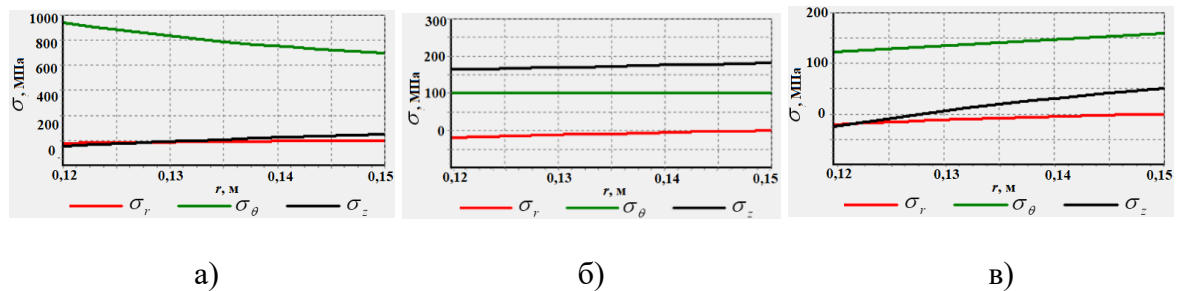


Рисунок 3 – Графики изменения напряжений (материал 1): а – $\varphi=0^\circ$; б – $\varphi=45^\circ$; в – $\varphi=90^\circ$

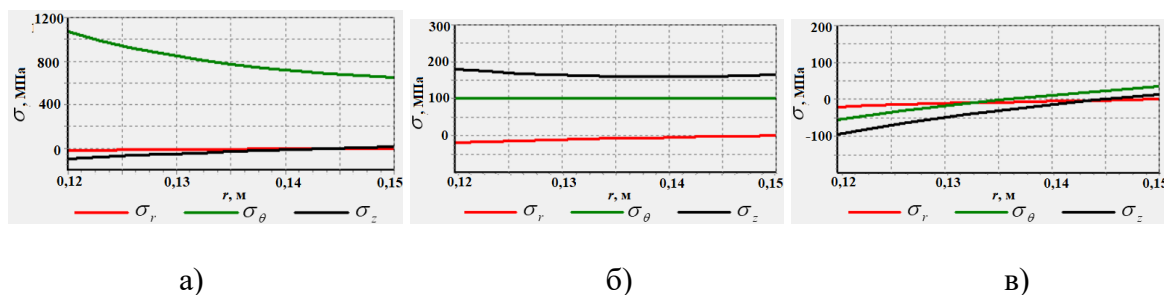


Рисунок 4 – Графики изменения напряжений (материал 2): а – $\varphi=0^\circ$; б – $\varphi=45^\circ$;
в – $\varphi=90^\circ$

Выводы. Представлена методика расчета напряжений в армированной трубе из композита, которую можно применить для определения НДС трубы с целью подбора механических характеристик материала при дальнейшей оценке её прочности и стадии разрушения при гидравлическом ударе.

Литература

1. Volnei Titaa. Theoretical Models to Predict the Mechanical Behavior of Thick Composite Tubes / Volnei Titaa, Mauricio Francisco Caliri Júniora, Ernesto Massaroppi Juniorb // Materials Research, 2012. – №15 (1). – P. 70–80.
2. Wuyi Wan. Shock Wave Speed and Transient Response of PE Pipe with Steel-Mesh Reinforcement / Wuyi Wan, Xinwei Mao // Hindawi Publishing Corporation Shock and Vibration, Volume 2016, Article ID 8705031. – 10 p.
3. Можаровский, В. В. Влияние армирования труб из композита на параметры гидроудара / В. В. Можаровский, С. В. Киргинцева // Полимерные материалы и технологии, 2024. – Том 10, № 3. – С. 64–71.

А. Д. Кулинич, В. И. Дубовик
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Капшай**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА В КООРДИНАТНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ В СЛУЧАЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Введение. Одномерное стационарное уравнение Шрёдингера записывается в следующем виде [1]:

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + V(x) \right) \psi(x) = E \psi(x), \quad (1)$$

где $\hbar$ – приведенная постоянная Планка, $\hbar = h/2\pi$;

m – масса частицы;

$V(x)$ – потенциальная энергия, зависящая от координаты x ;

$\psi(x)$ – волновая функция;

E – энергия частицы.

Пусть потенциальная энергия имеет вид:

$$V(x) = \frac{\hbar^2}{2m} U(x); \quad U(x) = \begin{cases} -U_0, & |x| < a, \\ 0, & |x| > a. \end{cases} \quad (2)$$

Рассмотрим случай связанных состояний, которым соответствуют отрицательные значения энергии:

$$E = -\frac{\hbar^2}{2m} \beta^2. \quad (3)$$

Используя выражение (3) для энергии E , уравнение Шрёдингера перепишем в виде

$$\left(\frac{d^2}{dx^2} - \beta^2 \right) \psi(x) = U(x) \psi(x). \quad (4)$$

Интегральное уравнение для связанных состояний. Функция Грина $G(x)$ уравнения Шрёдингера для связанных состояний [1] определяется так, что

$$\left(\frac{d^2}{dx^2} - \beta^2 \right) G(x) = \delta(x). \quad (5)$$

Это уравнение можно решить методом преобразования Фурье, в результате чего получим интегральное представление функции Грина:

$$G(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{ikx} \frac{-1}{k^2 + \beta^2} dk. \quad (6)$$

С помощью метода замыкания контура для вычисления интеграла Фурье, леммы Жордана и теоремы Коши о вычетах, получаем:

$$G(x-y) = \frac{-1}{2\beta} e^{-\beta|x-y|} = \begin{cases} \frac{-1}{2\beta} e^{-\beta x} e^{\beta y}, & x \geq y, \\ \frac{-1}{2\beta} e^{\beta x} e^{-\beta y}, & x \leq y. \end{cases} \quad (7)$$

Теперь, с использованием этой функции Грина уравнение (4) можно записать в виде интегрального уравнения

$$\psi(x) = \int_{-\infty}^{\infty} G(x) U(y) \psi(y) dy. \quad (8)$$

Четные решения интегрального уравнения. Целью данной работы является использование интегрального уравнения (8) для нахождения волновых функций и дискретных уровней энергии. Учитывая явный вид функции Грина (7) и симметричный вид потенциала (2) предположим, что решением (8) при $|y| < a$ является следующая чётная комбинация экспонент:

$$\psi(y) = A_2 \cos(k_2 y) = A_2 \frac{1}{2} (e^{ik_2 y} + e^{-ik_2 y}); \quad -a \leq y \leq a. \quad (9)$$

Тогда, используя (7) и (8), получим, что для всех x волновая функция имеет вид

$$\psi(y) = \int_{-a}^a \left(\frac{-1}{2\beta} e^{-\beta|x-y|} \right) (-U_0) A_2 \frac{1}{2} (e^{ik_2 y} + e^{-ik_2 y}) dy. \quad (10)$$

Этот интеграл при $-a \leq x \leq a$ должен давать волновую функцию (9). Это может привести к необходимости выполнения некоторых условий. Упростим интеграл (10):

$$\psi(x) = \frac{1}{4\beta} U_0 A_2 \left[\int_{-a}^a e^{-\beta|x-y|} e^{ik_2 y} dy + \int_{-a}^a e^{-\beta|x-y|} e^{-ik_2 y} dy \right]. \quad (11)$$

Поскольку при $|x| < a$ (11) должно давать ответ (9), рассмотрим вначале случай $|x| < a$. Вычисляя интегралы в (11), получаем

$$\begin{aligned} \psi(x) = \frac{U_0 A_2}{4\beta} & \left(\frac{1}{\beta + ik_2} (e^{ik_2 x} - e^{-\beta x} e^{-(\beta + ik_2)a} - e^{\beta x} e^{-(\beta + ik_2)a} + e^{-ik_2 x}) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{\beta - ik_2} (-e^{\beta x} e^{-(\beta + ik_2)a} + e^{ik_2 x} + e^{-ik_2 x} - e^{-\beta x} e^{-(\beta - ik_2)a}) \right). \end{aligned}$$

Упрощая, это можно привести к следующему виду:

$$\psi(x) = \frac{U_0 A_2}{\beta^2 + k_2^2} \cos(k_2 x) + \frac{U_0 A_2}{4\beta} (e^{\beta x} + e^{-\beta x}) \left(\frac{-e^{-(\beta + ik_2)a}}{\beta + ik_2} + \frac{-e^{-(\beta - ik_2)a}}{\beta - ik_2} \right). \quad (12)$$

Это выражение, полученное при $|x| < a$, должно совпадать с $\psi(x)$, определяемым формулой (9). Для того, чтобы такое совпадение состоялось, необходимо чтобы выполнялись следующие условия:

$$\begin{cases} \frac{U_0}{\beta^2 + k_2^2} = 1, \\ \frac{U_0}{4\beta} (e^{\beta x} + e^{-\beta x}) \left(\frac{-e^{-(\beta + ik_2)a}}{\beta + ik_2} + \frac{-e^{-(\beta - ik_2)a}}{\beta - ik_2} \right) = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Условие квантования. Первое из условий (13) означает, что должно выполняться равенство, определяющее константу k_2 :

$$k_2^2 = \frac{2m}{\hbar^2} (E - (-U_0)). \quad (14)$$

Второе из условий (13) означает необходимость выполнения равенства

$$-e^{-\beta a} \left(\frac{e^{-ik_2 a}}{\beta + ik_2} + \frac{e^{ik_2 a}}{\beta - ik_2} \right) = -e^{-\beta a} \frac{2\beta \cos(k_2 a) - 2k_2 \sin(k_2 a)}{\beta^2 + k_2^2} = 0. \quad (15)$$

Это означает, что для полного совпадения выражений (12) и (9) должно выполняться условие

$$k_2 \operatorname{tg}(k_2 a) = \beta. \quad (16)$$

Это условие представляет собой трансцендентное уравнение для определения допустимых значений энергии в случае четных волновых функций. Действительно, учитывая условие (14) и определения U_0 и β^2 , из (19) получаем ($E = -|E|$):

$$\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (U_0 - |E|)} \operatorname{tg} \left(a \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (U_0 - |E|)} \right) = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} |E|}. \quad (17)$$

Это условие квантования энергии E можно решать только численно.

Чётная волновая функция при $|x| > a$. Поскольку интегрирование в (8) и (10) эффективно осуществляется только по $y \in [-a, a]$, то выражение для функции Грина в интегралах (8), (10), при $|x| > a$ можно упростить:

$$G(x-y) = \frac{-1}{2\beta} e^{-\beta|x-y|} = \begin{cases} \frac{-1}{2\beta} e^{-\beta x} e^{\beta y}, & x > a, \\ \frac{-1}{2\beta} e^{\beta x} e^{-\beta y}, & x < -a. \end{cases} \quad (18)$$

Подставляя $G(x-y)$ из (18) в интеграл (10), и производя вычисления, получим представление для четной волновой функции $\psi(x)$ в областях $x > a$ и $x < -a$:

$$\psi(x) = \begin{cases} \frac{U_0 A_2}{4\beta} e^{-\beta x} \left[\frac{e^{(\beta+ik_2)a} - e^{-(\beta+ik_2)a}}{\beta + ik_2} + \frac{e^{(\beta-ik_2)a} - e^{-(\beta-ik_2)a}}{\beta - ik_2} \right], & x > a, \\ \frac{U_0 A_2}{4\beta} e^{\beta x} \left[\frac{e^{(\beta-ik_2)a} - e^{-(\beta-ik_2)a}}{\beta - ik_2} + \frac{e^{(\beta+ik_2)a} - e^{-(\beta+ik_2)a}}{\beta + ik_2} \right], & x < -a. \end{cases} \quad (19)$$

Нетрудно убедиться, что определяемые из этих формул предельные значения $\psi(x)$ при $x = a$ и при $x = -a$ совпадают, при учёте условия квантования, одно с другим, а также со значениями, получаемыми на основе формулы (9), то есть волновая функция чётна и непрерывна при всех значениях аргумента.

Нечетные решения интегрального уравнения. Предположим теперь, что решением уравнения (8) является нечетная волновая функция $\psi(y)$, которая при $|y| < a$ имеет вид

$$\psi(y) = B_2 \sin(k_2 y) = B_2 \frac{1}{2i} (e^{ik_2 y} - e^{-ik_2 y}); \quad |y| \leq a. \quad (20)$$

Используя формулы (7) и (8), для нечетной волновой функции при любых x тогда получим:

$$\begin{aligned}\psi(y) &= \int_{-a}^a \left(\frac{-1}{2\beta} e^{-\beta|x-y|} \right) (-U_0) B_2 \frac{1}{2i} (e^{ik_2 y} - e^{-ik_2 y}) dy = \\ &= \frac{U_0 B_2}{4i\beta} \left[\int_{-a}^a e^{-\beta|x-y|} e^{ik_2 y} dy - \int_{-a}^a e^{-\beta|x-y|} e^{-ik_2 y} dy \right].\end{aligned}\quad (21)$$

Вычисляя, аналогично тому, как это было сделано выше, этот интеграл при $|x| \leq a$, получим для $\psi(x)$ выражение

$$\psi(x) = \frac{U_0 B_2}{\beta^2 + k_2^2} \sin(k_2 x) + \frac{U_0 B_2}{4i\beta} (e^{\beta x} - e^{-\beta x}) \left(\frac{e^{-(\beta + ik_2)a}}{\beta + ik_2} + \frac{-e^{-(\beta - ik_2)a}}{\beta - ik_2} \right). \quad (22)$$

Для того, чтобы (22) при $|x| < a$ совпадало с (20), должны выполняться два условия:

$$\begin{cases} \frac{U_0}{\beta^2 + k_2^2} = 1, \\ \frac{U_0}{4i\beta} (e^{\beta x} - e^{-\beta x}) \left(\frac{e^{-(\beta + ik_2)a}}{\beta + ik_2} + \frac{-e^{-(\beta - ik_2)a}}{\beta - ik_2} \right) = 0. \end{cases} \quad (23)$$

Первое из них – такое же, как (14), то есть определяет константу k_2 аналогичным предыдущему образом. Второе из этих условий дает:

$$k_2 \operatorname{ctg}(k_2 a) = -\beta. \quad (24)$$

Это условие – трансцендентное уравнение для определения допустимых значений энергии в случае нечетных волновых функций. Действительно, учитывая первое из условий (23) и определения U_0 и β^2 , получаем ($E = -|E|$):

$$\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (U_0 - |E|)} \operatorname{ctg} \left(a \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} (U_0 - |E|)} \right) = -\sqrt{\frac{2m}{\hbar^2} |E|}. \quad (25)$$

Это уравнение можно решать только численно.

Проводя с использованием (18) и (20) вычисления, аналогичные предыдущему случаю, получаем нечётную волновую функцию $\psi(x)$ при $|x| > a$:

$$\psi(x) = \begin{cases} \frac{U_0 B_2}{4i\beta} e^{-\beta x} \left[\frac{e^{(\beta + ik_2)a} - e^{-(\beta + ik_2)a}}{\beta + ik_2} - \frac{e^{(\beta - ik_2)a} - e^{-(\beta - ik_2)a}}{\beta - ik_2} \right], & x > a, \\ \frac{U_0 B_2}{4i\beta} e^{\beta x} \left[\frac{e^{(\beta - ik_2)a} - e^{-(\beta - ik_2)a}}{\beta - ik_2} - \frac{e^{(\beta + ik_2)a} - e^{-(\beta + ik_2)a}}{\beta + ik_2} \right], & x < -a. \end{cases} \quad (26)$$

Нетрудно убедиться, что эти формулы и (20) удовлетворяют условию нечетности ($\psi(-x) = -\psi(x)$), а также условию непрерывности волновой функции в точках $x = \pm a$.

Литература

1. Киселев, В. В. Квантовая механика / В. В. Киселев. – М. : МЦНМО, 2023. – 720 с.

Ю. В. Лещинская

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. А. Лукашевич**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

На сегодняшний день системы контроля и управления доступом становятся неотъемлемой частью обеспечения безопасности на предприятиях. Одним из наиболее современных и удобных методов идентификации является распознавание лиц по видеопотоку в реальном времени. Этот подход не требует от человека наличия идентификаторов, таких как магнитные карты или биометрические данные, что делает его более практичным и надежным. Цель данного проекта заключается в разработке интеллектуальной системы распознавания лиц, способной эффективно идентифицировать людей, попадающих в кадр видеокамер [1].

Распознавание лиц включает несколько ключевых этапов (рисунок 1):

1. Обнаружение: система получает изображение с камеры и с помощью алгоритмов ищет лицо.
2. Трансформация: найденное лицо подвергается коррекции, например, масштабированию или изменению яркости, чтобы привести его к стандартному виду (рисунок 2).
3. Идентификация: система извлекает ключевые признаки лица и сравнивает их с данными в базе.

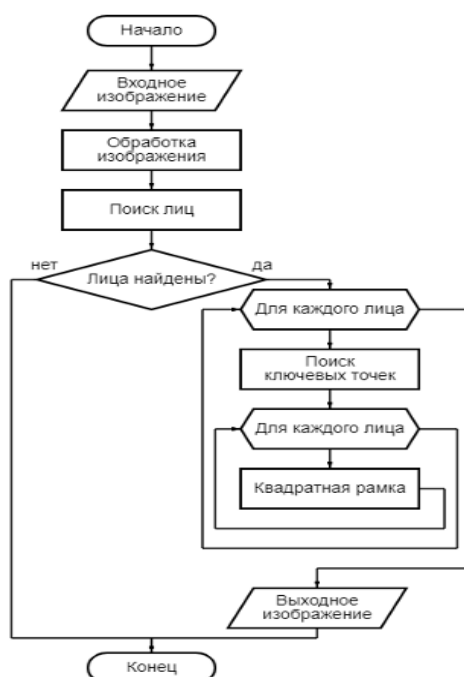


Рисунок 1 – Работа алгоритма распознавания лиц

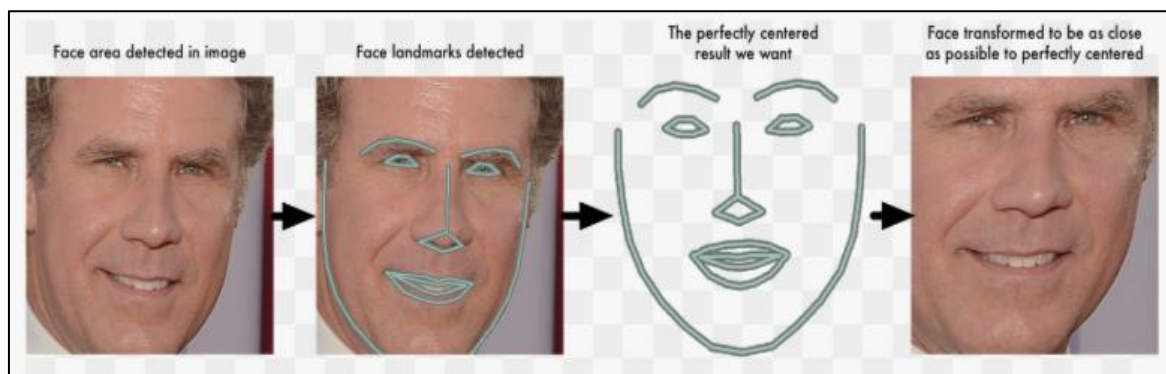


Рисунок 2 – Преобразование лица

Существует два основных подхода к распознаванию лиц: методы, основанные на знаниях, и методы, основанные на внешних признаках. Первые используют информацию о форме и цвете лица, в то время как вторые применяют машинное обучение и статистику для выявления закономерностей. Несмотря на эффективность методов, основанных на знаниях, они требовательны к качеству входных изображений. Методы, основанные на внешних признаках, более адаптивны, но имеют высокую вычислительную сложность [2].

Для разработки системы распознавания лиц были выбраны несколько алгоритмов. Гистограмма направленных градиентов (HOG) анализирует распределение градиентов интенсивности изображения и позволяет эффективно обнаруживать лица. Сверточные нейронные сети (CNN) обучаются на больших объемах данных и способны извлекать ключевые характеристики лиц, что делает их высокоэффективными для распознавания. Методы опорных векторов (SVM) разделяют изображения с лицами и без них, выбирая оптимальную гиперплоскость в признаковом пространстве. Также используются ансамбли деревьев регрессии для построения ключевых точек, что позволяет улучшить точность распознавания (рисунок 3) [3].



Рисунок 3 – Шаблон 68 ключевых точек лица

Система может быть разработана с использованием языка программирования Python, благодаря наличию мощных библиотек для обработки изображений, таких как OpenCV и face_recognition [4]. Процесс разработки включает несколько этапов. В первую очередь, создается модуль для сохранения кодировок лиц, использующий

pickle для сериализации данных о лицах, что позволяет быстро загружать их в систему при старте. Далее реализуется распознавание лиц в видеопотоке, где программа обрабатывает видеопоток, выделяет лица и сравнивает их с базой данных. При этом применяется алгоритм HOG для обнаружения лиц и CNN для извлечения признаков. Каждый n -ый кадр обрабатывается для повышения производительности и уменьшения нагрузки на систему, а также отображается количество кадров в секунду, что позволяет оценить эффективность системы в реальном времени.

Тестирование системы проводится на упрощенной базе данных, состоящей из какого-то количества изображений. В ходе тестирования система успешно создает базу данных кодировок лиц, распознает известные лица и обнаруживает неизвестные.

Литература

1. Костерин, В. В. Урок 2. Гистограмма направленных градиентов с использованием openCV. / В. В. Костерин, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://waksoft.susu.ru/2021/11/01/histogram-of-oriented-gradients/>. – Дата доступа: 1 ноября 2021.
2. Face Detection and Recognition Using Hidden Markov Models [Электронный ресурс, книга]. – Режим доступа: https://www.anefian.com/research/nefian98_face.pdf. – Дата доступа: 1 ноября 2024.
3. Liaw, A., Wiener, M. “Classification and Regression by randomForest.” RNews, 2(3). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cran.r-project.org/doc/rnews/rnews_2002-3.pdf. – 2002. – P. 18–22.
4. Schroff, F. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering / F. Schroff, D. Kalenichenko, J. Philbin [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1503.03832>. – Дата доступа: 9 марта 2015 года.

А. В. Маркевич

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **И. Г. Мотевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ СРЕЗОВ

Квантовые точки (КТ) являются будущим в области нанотехнологий, микроэлектроники, оптики и медицины. КТ обладают уникальными оптическими и химическими характеристиками, что отличает их от обычных органических флуоресцирующих красителей [1].

Квантовые точки используются в качестве биомаркеров для визуализации, например, окрашивания опухолей или аутоиммунных антител, доставки лекарств к нужным тканям (присоединяя лекарственные вещества к наночастицам, можно более точно нацелить их на опухоли) [2, 3]. В данной работе использовались квантовые точки CdSe/ZnS, солюбилизованные цистеамином по оригинальной методике на границе раздела двух несмешивающихся жидкостей хлороформ-вода. Полученные КТ являются чувствительными к pH и могут быть использованы как флуоресцентные маркеры для определения pH [3].

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для интерпретации флуоресцентных изображений гистологических срезов, окрашенных КТ. Данное программное обеспечение было разработано с использованием языка программирования C# на базе платформы WPF.NET, которые были созданы компанией Microsoft. В данном приложении используется часто применяемая в графических приложениях архитектура MVVM.

MVVM (Model-View-ViewModel) - это шаблон проектирования, который используется для разделения бизнес-логики, пользовательского интерфейса и данных в приложении. Он является одним из вариантов архитектурного шаблона Model-View-Controller (MVC) и предназначен специально для разработки пользовательских интерфейсов в платформе .NET, включая WPF и Xamarin.

Основная идея MVVM заключается в разделении компонентов приложения на три основных элемента:

Модель (Model): Модель представляет собой бизнес-логику и данные приложения. Она отвечает за получение, обработку и сохранение данных, а также за выполнение операций, связанных с бизнес-процессами. Модель независима от пользовательского интерфейса и содержит только логику и данные, необходимые для работы приложения.

Представление (View): Представление отвечает за отображение данных и взаимодействие с пользователем. В WPF это может быть XAML-разметка, определяющая внешний вид пользовательского интерфейса. Представление передает пользовательские действия и запросы на обработку связанной с ними логики во ViewModel.

Модель представления (ViewModel): ViewModel предоставляет адаптированные данные из модели для представления и обрабатывает пользовательские действия, полученные от представления. Он обеспечивает связь между представлением и моделью, предоставляя необходимые данные и команды для отображения и обработки действий пользователя. ViewModel также отвечает за управление состоянием представления и уведомление о изменениях данных.

Связь между этими компонентами осуществляется с помощью привязок данных. Представление и ViewModel связываются между собой, чтобы обмениваться данными и командами. При изменении данных в модели или ViewModel происходит автоматическое обновление представления, а пользовательские действия, полученные представлением, передаются в ViewModel для обработки.

Интерфейс программы представлен на рисунке 1.

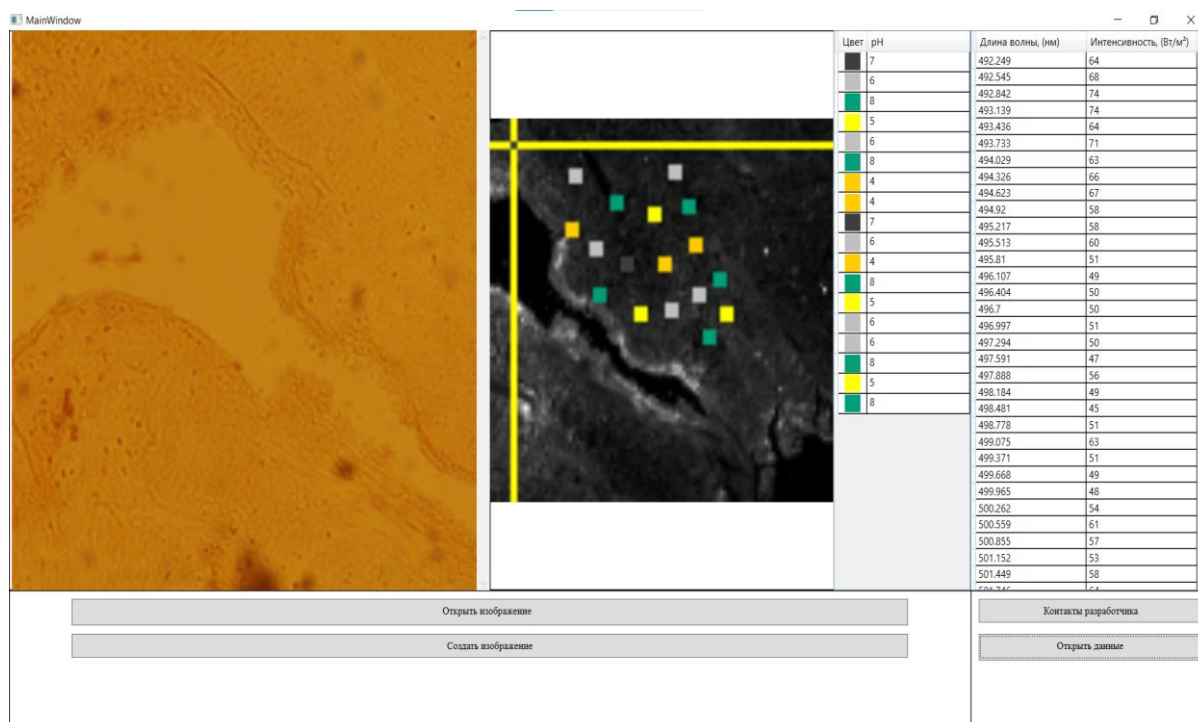


Рисунок 1 – Интерфейс программного обеспечения для интерпретации флуоресцентных изображений гистологических срезов, окрашенных КТ

Программное обеспечение для нахождения pH по изображению – это уникальный инструмент, который позволяет детектировать и измерять уровень кислотности и щелочности в разных средах и материалах.

На основании спектров флуоресценции КТ при разных pH проходило сравнение спектров флуоресценции гистологических срезов, и данная точка окрашивалась в нужный цвет. Каждому значению pH присваивается свой цвет. При нажатии кнопки «Открыть данные», открывается массив данных. В данном массиве представляется зависимость длины волны от интенсивности, по которой строится флуоресцентное изображение. Эти данные можно сортировать от большего к меньшему и наоборот. При нажатии кнопки «Создать изображение» происходит интерпретация массива в изображение, а также наносится метка в виде желтого крестика. При нажатии кнопки «Открыть изображение» открывается оптическое изображение, полученное на лазерном сканирующем конфокальном микроскопе Nanofinder S.

Таким образом, можно сделать вывод, что программный метод измерения pH может быть более удобным для использования, особенно для больших объемов образцов. Программное обеспечение может автоматически обновлять данные и калибровки для повышения точности измерения.

Литература

1. Semiconductor and metal nanocrystals: Synthesis and Electronic and Optical Properties / ed. by V. Klimov. – New York : Marcel Dekker Inc., 2004. – 485 p.
2. Multicolor quantum dots for molecular diagnostics of cancer / A. M. Smith [et al.] // *Exp. Rev. Mol. Diagn.* – 2006. – Vol. 6. – P. 231–244.
3. Мотевич, И. Г. Флуоресцентные наночастицы CdSe/ZnS как нанозонды локального pH в диагностике онкологических заболеваний / И. Г. Мотевич, Н. Д. Стрекаль, А. В. Шульга, С. А. Маскевич *Оптика и спектроскопия*, 2018. – Том 124. – вып. 5. – С. 605–611.

В. А. Микулич

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **К. С. Бабич**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ НА ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE 5

Разработка компьютерных игр представляет собой сложный, многогранный процесс, требующий значительных временных, финансовых и трудовых ресурсов. Одним из ключевых этапов является тщательное планирование, предусматривающее возможность адаптивной корректировки задач в ходе работы.

В рамках реализации проекта в качестве основных инструментов были выбраны Unreal Engine 5, Blender и Visual Studio. На первоначальном этапе определялись жанровая принадлежность и сеттинг игры, ключевые и второстепенные элементы игрового процесса, а также создавался черновой вариант сюжета и первичный план дальнейших работ.

Производственная фаза началась с разработки базового набора 3D-моделей игровых объектов (далее – актёров), включающего модели зданий, главного героя, неигровых персонажей, тестового освещения, интерактивных элементов и вспомогательных инструментов. Для актёров с анимацией дополнительно разрабатывались скелетные структуры, обеспечивающие корректную работу в игровом движке.

По завершении этапа моделирования все актёры были экспортированы в среду Unreal Engine 5 для дальнейшей настройки и интеграции в игровой процесс.

Следующим этапом стало создание и настройка класса игрового персонажа, управляемого пользователем. В зависимости от требований использовались как визуальное программирование (Blueprints), так и язык программирования C++. Базовый класс MainCharacter был реализован на основе стандартного класса ACharacter, содержащего встроенные компоненты для анимации и перемещения.

С учётом необходимости внедрения уникальных особенностей игрового персонажа был разработан производный класс MainPlayerCharacter, расширяющий функционал базового класса.

В рамках разработки данных классов реализованы следующие функции: сохранение состояния игрового мира, система удовлетворения базовых потребностей персонажей, переключение режимов камеры (от первого и третьего лица), а также система отчёта об ошибках (рисунок 1).

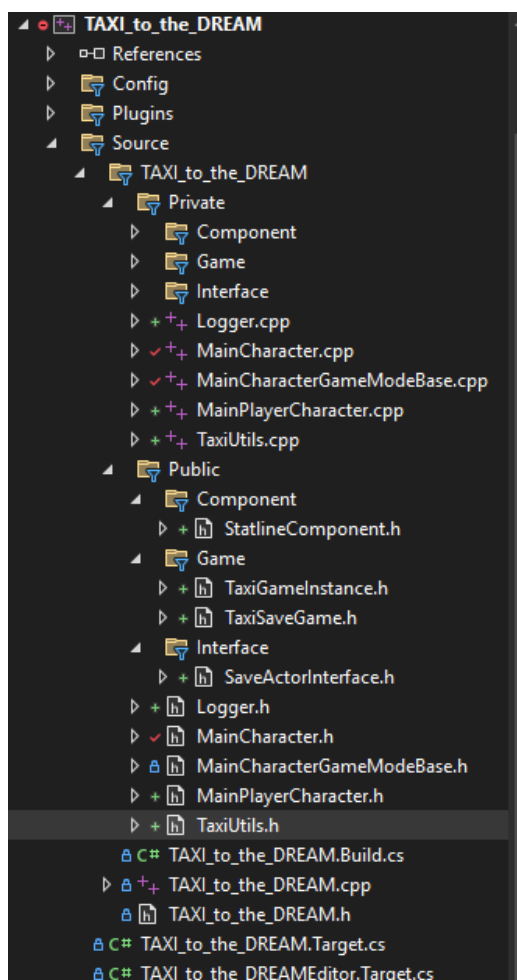


Рисунок 1 – Структура всех классов проекта

Таким образом, на текущий момент выполнена значительная часть работ по проекту, однако дальнейшее развитие требует внедрения нового функционала и дополнительной оптимизации.

Литература

1. Unreal Engine 5.5 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/unreal-engine-5-5-documentation>. – Дата доступа: 07.04.2025.

А. И. Мирошниченко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. А. Дей**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

В отличие от идеального газа, поведение которого описывается простым уравнением для одного моля $PV=RT$, реальные газы проявляют более сложное поведение, особенно при высоких давлениях и низких температурах. Данная программа представляет собой удобный инструмент с графическим интерфейсом для расчета и визуализации свойств реальных газов на основе двух популярных уравнений: Ван-дер-Ваальса и Редлиха-Квонга.

Уравнение Ван-дер-Ваальса [1] – одно из первых и наиболее простых уравнений, учитывающих специфику реальных газов. Оно имеет вид

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT, \quad (1)$$

где P – давление;
 V – молярный объем (объем одного моля);
 T – абсолютная температура;
 R – универсальная газовая постоянная.

Константа a учитывает силы притяжения между молекулами, а константа b – собственный объем молекул. Эти константы специфичны для каждого газа. Константы a , b выражаются через параметры критического состояния газа, кроме того, их значения приводятся в справочниках.

Уравнение Редлиха-Квонга [1] было предложено как более точное двухпараметрическое уравнение по сравнению с уравнением Ван-дер-Ваальса, особенно хорошо описывающее поведение газов вблизи критической точки. Оно имеет вид

$$\left(P + \frac{a}{T^{1/2}V(V+b)}\right)(V - b) = RT. \quad (2)$$

где a и b – константы, специфичные для газа, но их значения отличаются от констант Ван-дер-Ваальса. Значения этих констант можно получить на основании справочных данных для параметров критического состояния выбранного газа

$$a = \frac{1}{9\xi} \frac{R^2 T_{кр}^{5/2}}{P_{кр}}; \quad b = \frac{\xi}{3} \frac{RT_{кр}}{P_{кр}}; \quad \xi = \sqrt[3]{2} - 1. \quad (3)$$

Программа разработана на языке Python с использованием библиотеки Tkinter для создания графического интерфейса [2]. Интерфейс разделен на две основные части:

1. Левая панель: Содержит общие параметры, применимые к различным расчетам:
 - выбор газа (например, O_2 , N_2 , CO_2) из предопределенного списка;
 - поля для ввода массы газа и его молярной массы, на основе которых рассчитывается количество вещества (в молях);
 - выбор уравнения состояния (Ван-дер-Ваальса или Редлиха-Квонга) для расчетов.

2. Правая часть окна (вкладки Notebook) организует функционал программы по вкладкам.

Вкладка «Основная» позволяет рассчитать любой один из трех основных термодинамических параметров (давление P , объем V или температура T) при заданных двух других. Пользователь выбирает, какой параметр нужно рассчитать, и программа динамически отображает поля для ввода двух оставшихся параметров. После ввода данных и нажатия кнопки «Рассчитать» выводится результат.

Для расчета объема или температуры по этим уравнениям при заданных других параметрах программа использует численные итерационные методы, поскольку уравнения являются нелинейными относительно V и T .

Вкладка «Таблица» предназначена для генерации таблицы значений. Пользователь выбирает один параметр, который будет изменяться в заданном диапазоне с определенным шагом, и второй параметр, который будет оставаться постоянным. Третий параметр рассчитывается для каждой точки диапазона. Результаты представляются в виде таблицы (рисунок 1).

Рисунок 1 – Вид окна программы для выбора газа, уравнения и ввода параметров состояния газа в режиме «Таблица»

Вкладка «График» позволяет визуализировать зависимости между параметрами в виде графиков, используя библиотеку Matplotlib. Функционал ввода параметров аналогичен вкладке «Таблица», но вместо таблицы строится график.

Еще одна вкладка «Приведенные переменные» используется для выполнения расчетов и построения графиков с использованием уравнений состояния, записанных в так называемых приведенных безразмерных переменных:

$$\tilde{V} = \frac{V}{V_{кр}}; \quad \tilde{P} = \frac{P}{P_{кр}}; \quad \tilde{T} = \frac{T}{T_{кр}}. \quad (4)$$

В приведенных переменных уравнение Ван-дер-Ваальса и Редлиха-Квонга имеют вид [3]

$$\left(\tilde{P} + \frac{3}{\tilde{V}^2}\right)(3\tilde{V} - 1) = 8\tilde{T}; \quad \left(\tilde{P} + \frac{1}{\xi \tilde{T}^{1/2} \tilde{V}(\tilde{V} + \xi)}\right)(\tilde{V} - \xi) = 3\tilde{T}. \quad (5)$$

Уравнения в приведенных переменных являются универсальными и описывают поведение многих термодинамически подобных по свойствам реальных газов.

Вкладка «Приведенные переменные» является мощным инструментом для визуального анализа поведения реальных газов.

Для получения нужного графика выполняется выбор параметров, например: «Постоянный параметр»: T , «Значение постоянного параметра (для T)»: 3, «Изменяющийся параметр»: V , «Начальное значение» (для V): например, 0.5, «Конечное значение» (для V): например, 5.0, «Число шагов»: например, 100 и нажимается кнопка «Построить график».

Программа выполнит расчеты давления для каждого значения объема в заданном диапазоне при постоянной температуре, используя формулы, полученные из каждого уравнения. Затем откроется новое окно с графиком. На этом графике выводятся две кривые: одна будет соответствовать уравнению Ван-дер-Ваальса, другая – уравнению Редлиха-Квонга. По оси X будет отложен Объем (V), а по оси Y – Давление (P). График наглядно покажет, как изменяется давление газа при изменении его объема при фиксированной температуре, и позволит сравнить предсказания двух разных уравнений состояния.

На рисунке 2 показаны графики изотерм реальных газов в приведенных переменных для обоих уравнений при значении $\tilde{T} = 1$. Выполняется совпадение значений в точке критического состояния ($\tilde{T} = 1, \tilde{V} = 1, \tilde{P} = 1$). При этом слева по графику от значения $\tilde{V} = 1$ большее значение $\tilde{P}$ получается из уравнения Ван-дер-Ваальса, а справа – из уравнения Редлиха-Квонга. При других значениях $\tilde{T}$ наблюдается аналогичная ситуация относительно некоторого значения $\tilde{V}$ (рисунок 3).

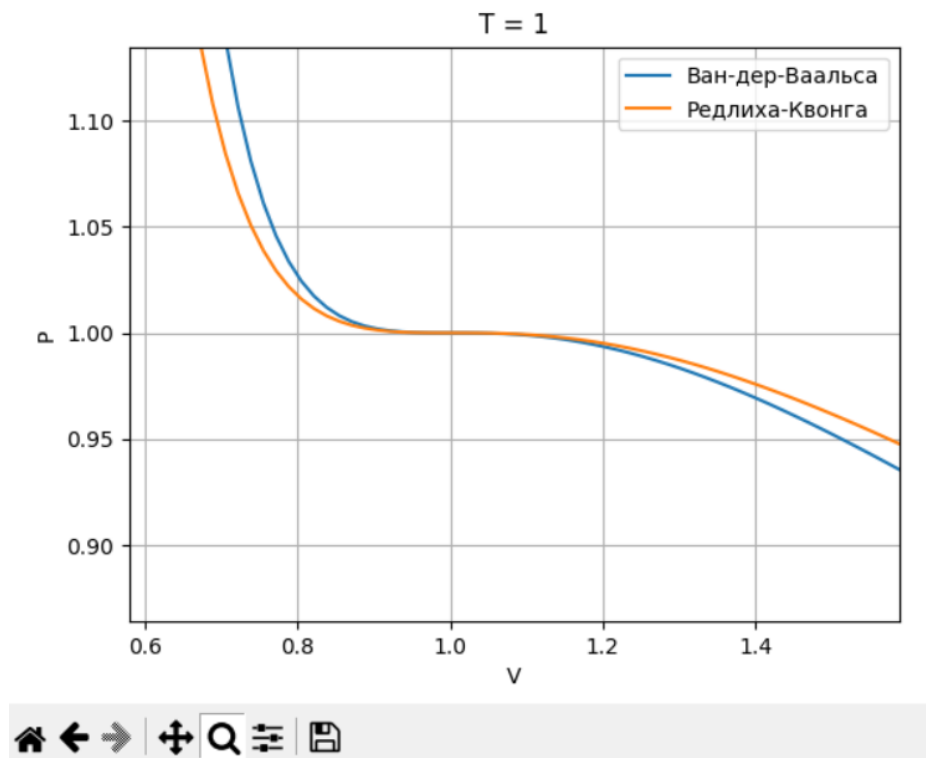


Рисунок 2 – Изотермы реальных газов в приведенных переменных при значении $\tilde{T} = 1$

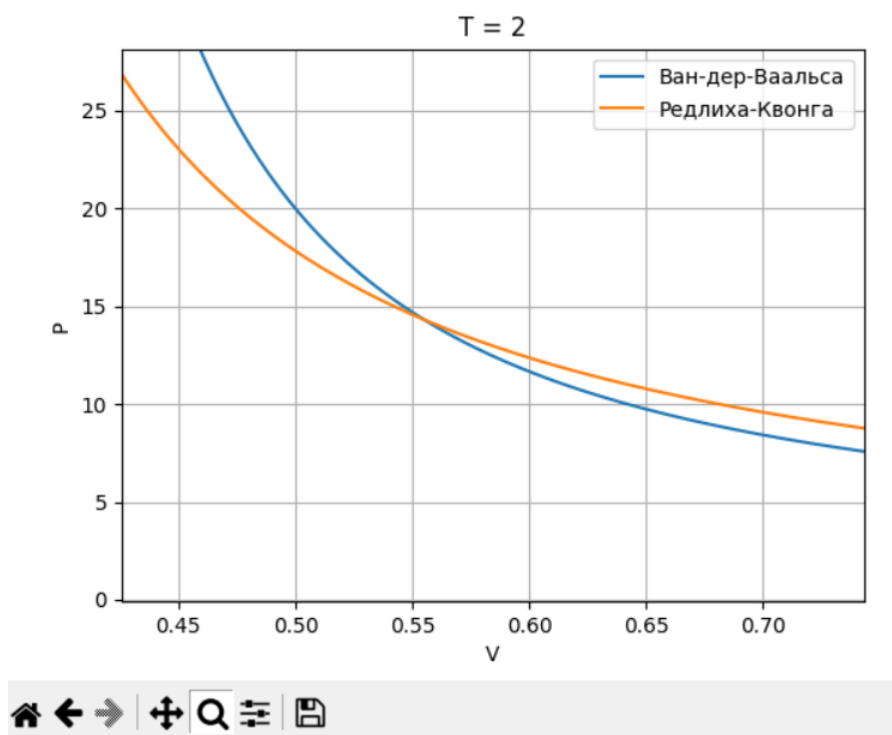


Рисунок 3 – Изотермы реальных газов в приведенных переменных при значении $\tilde{T} = 2$

Литература

1. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – 2-е изд. – Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та, 2000. – 608 с.
2. Прядко, С. А. Применение модулей языка Python в инженерных расчетах : учебное пособие / С. А. Прядко, А. С. Фомочкина, Т. М. Папилина. – М. : РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2021. – 140 с.
3. Дей, Е. А. Применение приведенных переменных в задачах аналитической термодинамики / Е. А. Дей, Г. Ю. Тюменков // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, № 6 (141), 2023. – С. 104–109.

И. С. Михалко, П. В. Сомов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **И. В. Семченко**, чл.-корр. НАН Беларуси, д-р физ.-мат. наук, профессор

Науч. рук. **А. Л. Самофалов**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕЛИКАЗЫ С МОЛЕКУЛОЙ ДНК ПРИ РАСКРУЧИВАНИИ ДВОЙНОЙ СПИРАЛИ

Учёные во всем мире давно занимаются исследованием биологических структур: существует огромное количество подходов в исследовании как со стороны биологии, так и со стороны физики и химии. Исследования ДНК-структур [1–2] позволяют находить закономерности такого эффективного способа хранить огромное количество информации в столь сжатой форме, что может быть полезно в будущем для создания высокопроизводительных вычислительных устройств, новых открытий в медицине, биоинженерии, биофизике, материаловедении и во множестве других научных областей.

Важнейшим открытием, способствующему проведению теоретических исследований, стала разработка численных методов решения уравнения Пуассона – Больцмана (РВЕ) в электростатике. Многочисленные исследования показали, что значительная часть поверхности белков имеет избыточный электростатический потенциал, что, по всей видимости, является важным условием для их стабильного функционирования. Исходя из этого, можно сделать вывод, что такие области содержат не скомпенсированный заряд, а значит, обладают значительным электрическим дипольным моментом. Экспериментально установлено, что у множества белков положительный потенциал концентрируется в областях контакта с ДНК и РНК [2–3].

Исследование электростатических свойств применимо и для новых белков, которые состоят из уже исследованных компонентов. Применение алгоритма РВЕ остаётся весьма дорогостоящим в плане процессорного времени, однако существует и более эффективный алгоритм Adaptive Poisson – Boltzmann Solver (APBS), который позволяет проводить сложнейший анализ за значительно меньшее время, что позволяет выполнять исследования без использования дорогостоящих компьютерных систем.

В данной работе рассматривается белок геликазы, который является важным ферментом репликации молекул ДНК. Расчёт эффективных параметров состоит из двух частей: теоретического анализа и численного моделирования.

Существует и хорошо себя зарекомендовала база данных вычисленных и экспериментально определённых электрических характеристик белков [3]. Будем считать, что электрический дипольный момент геликазы приблизительно равен среднему значению для белков $P_{hc} = 639 \cdot D = 639 \cdot 3,3 \cdot 10^{-30}$ Кл·м [3].

Электрический заряд в полюсе диполя должен быть кратным элементарному заряду. По предварительным оценкам, $q_{hc} = (2 \div 3) \cdot e$. Для дальнейших вычислений принимаем заряд в полюсе диполя геликазы равным двойному элементарному заряду, то есть $q_{hc} = 2e = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Плечо электрического диполя можно найти следующим образом [4]:

$$l = \frac{P_{hc}}{q_{hc}} = \frac{639 \cdot 3,3 \cdot 10^{-30}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,6 \cdot 10^{-9} \text{ м} . \quad (1)$$

Такое плечо дипольного момента имеет один порядок величины с диаметром двойной спирали $d = 2$ нм, шагом $h = 3,4$ нм и длиной витка $P = 7,14$ нм [1–2], что свидетельствует о соответствии характерных параметров при взаимодействии геликазы с двойной спиралью. Рассчитанное плечо дипольного момента меньше по величине по сравнению с диаметром белков из базы данных (среднее значение радиуса белков $R_{pr} = 400 \text{ Å} = 40 \text{ нм}$). Таким образом, характерные размеры геликазы уступают по величине средним размерам белков: $l = 6,6 \text{ нм} \ll 2R_{pr} = 80 \text{ нм}$. Такое плечо диполя геликазы позволяет приблизить дипольный момент к вершине репликационной вилки и обеспечить его более эффективное действие.

Расчёты показывают, что электрический диполь геликазы индуцирует электрические заряды на нитях двойной спирали, в результате чего возникают силы, движущие геликазу к вершине репликационной вилки.

На рисунке 1 знаками «плюс» и «минус» обозначены заряды, индуцированные геликазой на нитях двойной спирали, $\vec{F}_{1x}$ – электростатическая сила, действующая со стороны дипольного момента геликазы на спиральную нить I, направленная вдоль оси Oх, $\vec{F}_{2x}$ – электростатическая сила, действующая со стороны дипольного момента геликазы на спиральную нить II, направленная вдоль оси Oх, β – половинный угол между нитями при вершине репликационной вилки, приблизительно равный 45° .

Данная формула остаётся корректной даже в предельном случае $l \rightarrow 0$, что соответствует большим значениям n , тогда $|x| \geq \frac{r}{\sin \beta}$, то есть диполь не может приблизиться непосредственно к вершине вилки (точке O).

Следующим этапом будет моделирование данной структуры внутри программного обеспечения Comsol Multiphysics, где с помощью метода конечных элементов будут рассчитаны электромагнитные характеристики, а с помощью модуля структурной механики – значения электростатических сил и сил натяжения спиральных нитей для определения всех компонентов сил.

Литература

1. Watson, J. D. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid / J. D. Watson, F. H. C. Crick. – Nature 1953, 171, 737–738 pp.
2. Watson, J. D.; Baker, T.A.; Bell, S.P.; Gann, A.; Levine, M.; Losick, R. Molecular Biology of the Gene, 7th ed. – Pearson : London, UK, 2013. – p. 912.
3. Felder, C. E. A server and database for dipole moments of proteins / C. E. Felder, J. Prilusky, J. L. Sussman // Nucleic Acids Research – 2007. – P. 2.
4. Калашников, С. Г. Электричество : учебное пособие / С. Г. Калашников. – 6-е изд., стереот. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 624 с.
5. Семченко, И. В. Поляризационная селективность электромагнитного излучения ДНК / И. В. Семченко, С. А. Хахомов, А. П. Балмаков // Радиотехника и электроника. – 2007. – Т. 52. – № 9. – С. 1078–1083.
6. Семченко, И. В. Оптимальная форма спирали: равенство диэлектрической, магнитной и киральной восприимчивостей / И. В. Семченко, С. А. Хахомов, А. Л. Самофалов. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 36 с.
7. Семченко, И. В. Электромагнитные волны в метаматериалах и спиральных структурах / И. В. Семченко, С. А. Хахомов ; Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Минск : Беларуская наука, 2019. – 279 с. : ил. – Библиогр. : с. 250–274.
8. The Design of Chiral Metamaterials and Metasurfaces. Yaoliang Song, Igor Semchenko, Sergei Khakhomov, Lei Wang. Elsevier, Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam, Netherlands, 2025. 256 pp.

О. В. Новикова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Г. Ю. Тюменков**, канд. физ.-мат. наук, доцент

КРИВЫЕ ИНВЕРСИИ ЭФФЕКТА ДЖОУЛЯ-ТОМСОНА: ЗАРЯЖЕННАЯ АНТИ-ДЕ СИТТЕРОВСКАЯ ЧЁРНАЯ ДЫРА И ЖИДКОСТЬ ДИТЕРИЧИ I

Работы Бекенстайна, Хокинга и Пэйджа [1,2] – основа термодинамики чёрных дыр. Наличие у последних электрического заряда [3] обнаружило аналогию между фазовыми диаграммами чёрных дыр и ван-дер-ваальсовской жидкости. В последнее же десятилетие акцент делается на анализ поведения чёрных дыр и реальных жидкостей [4], в рамках процесса Джоуля-Томсона [5]. В данной работе мы рассмотрим и качественно сравним джоуль-томсоновские процессы в заряженной АдС чёрной дыре и жидкости Дитеричи I.

В процессе Джоуля-Томсона вещество при энтальпии $H = const$ из области высокого давления переходит в область более низкого давления, что сопровождается изменением его температуры. Эффект при $dT < 0$ – положительный, при $dT > 0$ – отрицательный. Производная, описывающая процесс имеет вид, где знак λ совпадает со знаком эффекта

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = -\frac{\lambda}{c_p} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T, \quad \lambda = V \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T + T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V, \quad (1)$$

Геометрия пространства-времени заряженной АдС (анти-де ситтеровской) чёрной дыры определяется метрикой

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + f^{-1}(r)dr^2 + r^2 d\Omega^2,$$

где $G = \hbar = k_B = c = 1$, $d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2(\theta)d\varphi^2$, а функция $f(r)$ записывается как

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} + \frac{Q^2}{r^2} + \frac{r^2}{l^2}. \quad (2)$$

В (2) l , M и Q – анти-де ситтеровские радиус, масса и заряд чёрной дыры. При этом радиус горизонта событий r_+ находится, как наибольший корень уравнения (2) вида $f(r_+) = 0$. Масса чёрной дыры в нашем случае сопоставляется с энтальпией H [6] и имеет форму

$$M = \frac{r_+}{2} \left(1 + \frac{Q^2}{r_+^2} + \frac{r_+^2}{l^2} \right). \quad (3)$$

Вышесказанное приводит к уравнению состояния (УС) $P = P(V, T; Q)$:

$$P = \frac{T}{2r_+} - \frac{1}{8\pi r_+^2} + \frac{Q^2}{8\pi r_+^4}, \quad r_+ = \left(\frac{3V}{4\pi} \right)^{\frac{1}{3}},$$

которое вместе с (1) задаёт семейство кривых инверсии, параметризованное зарядом Q , а области положительного и отрицательного эффекта соответствуют знаку λ , но в этом случае их удобнее определять на основе поведения изоэнтальпических кривых (3)

$$T_i = \frac{\sqrt{P_i}}{\sqrt{2\pi}} \frac{\left(1 + 16\pi P_i Q^2 - \sqrt{1 + 24\pi P_i Q^2} \right)}{\left(-1 + \sqrt{1 + 24\pi P_i Q^2} \right)^{\frac{3}{2}}}. \quad (4)$$

На рисунке 1 показаны: семейство кривых инверсии для разных значений заряда Q (а); зоны охлаждения и нагревания с изоэнтальпическими кривыми (б).

У жидкости Дитеричи I УС с $v = V / N$, где N – число частиц, записывается как

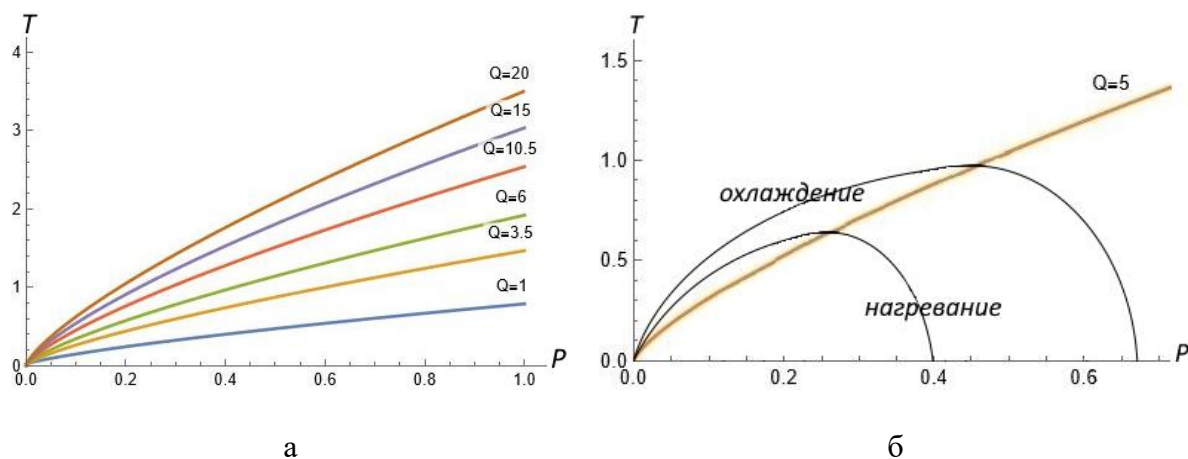
$$P = \frac{k_B T}{v - b} \exp \left(-\frac{a}{k_B T v} \right). \quad (5)$$

УС (5) и определение (1) дают явный вид параметра процесса

$$\lambda = \frac{1}{v - b} \exp \left(-\frac{a}{k_B T v} \right) \left[k_B T + \frac{2a}{v} - \frac{k_B T v}{v - b} \right],$$

который при условии инверсии $\lambda = 0$ и $T = T_i$ приводит к связи

$$k_B T_i + \frac{2a}{v} - \frac{k_B T_i v}{v-b} = 0. \quad (6)$$



а – с $Q = 1; 3,5; 6; 10,5; 15; 20$;

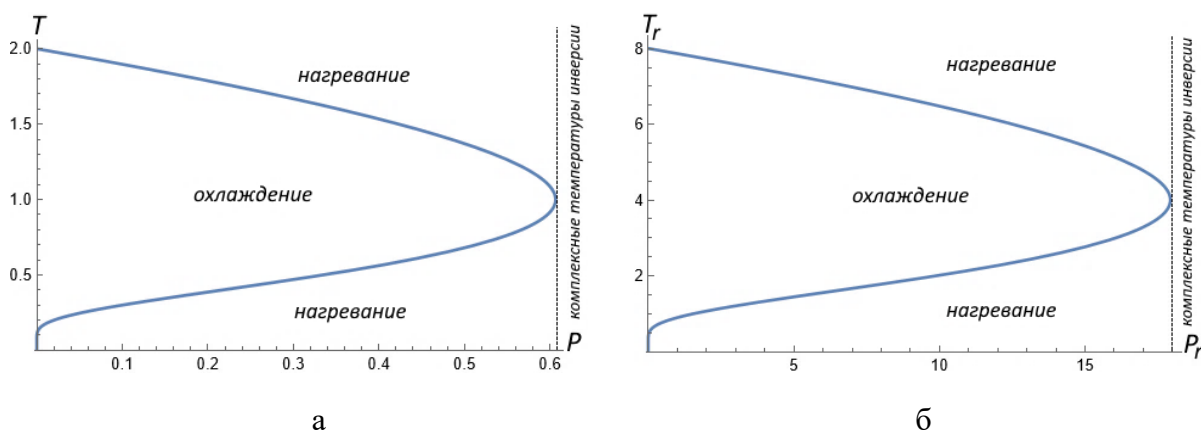
б – с $Q = 5$, областями охлаждения и нагревания и изоэнтальпическими кривыми

Рисунок 1 – Кривые инверсии заряженной АдС чёрной дыры ($a = b = k_B = 1$, следуя [4])

Использование (6) в (5) позволяет получить формулу для кривой инверсии

$$P = \frac{1}{b} \left(\frac{2a}{b} - k_B T_i \right) \exp \left[\frac{1}{2} - \frac{a}{b k_B T_i} \right],$$

которая представлена на рисунке 2 (а) с указанием областей охлаждения и нагревания, очевидных из условия $\lambda_{T \rightarrow \infty} < 0$. Полагалось также, следуя [4], что $k_B = a = b = 1$.



а – с нормировкой $a = b = k_B = 1$;

б – приведенная форма, согласно [7]

Рисунок 2 – Кривая инверсии для жидкости Дитеричи I

Ранее в работе [7] была получена кривая инверсии для первого уравнения Дитеричи в терминах приведенных переменных, изображённая на рисунке 2 (б). В этом случае

$$P_r = (8 - T_{r,i}) \exp \left[\frac{5}{2} - \frac{4}{T_{r,i}} \right].$$

Ранее в работе [7] была получена кривая инверсии для первого уравнения Дитеричи в терминах приведенных переменных, изображённая на рисунке 2 (б). В этом случае

$$P_r = (8 - T_{r,i}) \exp \left[\frac{5}{2} - \frac{4}{T_{r,i}} \right].$$

Полученные в работе кривые инверсии позволяют сделать только качественные оценки схожести поведения исследуемых объектов из-за специального масштабирования шкал, например $a = b = k_B = 1$, согласно [4]. Однако видно, что области положительного эффекта имеют при определённых значениях Q существенные участки перекрытия, что говорит об аналогии не только между фазовыми диаграммами чёрных дыр и ван-дер-ваальсовской жидкости [3], но и между поведением заряженных АдС чёрных дыр и жидкостей Дитеричи I в процессе джоуль-томсоновского расширения.

Литература

1. Bekenstein, J. D. Black holes and the second law / J. D. Bekenstein // Lett. Nuovo Cimento. – 1972. – V. 4. – P. 737–740.
2. Hawking, S. W. Thermodynamics of black holes in anti-de Sitter space / S. W. Hawking, D. N. Page // Commun. Math. Phys. – 1983. – V. 87. – P. 577–588.
3. Charged AdS Black Holes and Catastrophic Holography / A. Chamblin, R. Emparan, C. V. Johnson, R. C. Myers // Phys. Rev. D. – 1999. – V. 60. – P. 064018.
4. Ökcü, Ö. Joule-Thomson expansion of the charged AdS black holes / Ö. Ökcü, E. Aydiner // Eur. Phys. J. C. – 2017. – V. 77. – Art. N. 24. – P. 1–7.
5. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – Новосибирск : НГУ, 2000. – 608 с.
6. Kastor, D. Enthalpy and the Mechanics of AdS Black Holes / D. Kastor, S. Ray, J. Traschen // Class. Quantum Gravity. – 2009. – V. 26. – P. 195011.
7. Скачёк, Т. В. Об эффекте Джоуля-Томсона в газах Бертло и Дитеричи-I / Т. В. Скачёк, С. В. Станкевич, Г. Ю. Тюменков // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2009. – № 4(55). – Ч. 2. – С. 184–187.

М. М. Пугачёв

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Г. Ю. Тюменков**, канд. физ.-мат. наук, доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДИМОЙ ЗВЁЗДНОЙ ВЕЛИЧИНЫ КОМЕТЫ C/2024 G3 (ATLAS)

Блеском в астрономии называют мощность излучения небесного тела, приходящуюся на единицу площади детектора. Звёздная величина – это характеристика видимого блеска, связанная с ним формулой Погсона [1]:

$$m_1 - m_2 = 2,5 \lg \frac{E_2}{E_1}$$

Блеск кометы определяется следующим образом [2]:

$$E = E_0 r^{-n} \Delta^{-2}$$

где E_0 – блеск кометы, расположенной на расстоянии 1 а. е. от Солнца и наблюдаемой с расстояния 1 а. е.;

r – расстояние от кометы до Солнца;

Δ – расстояние от кометы до наблюдателя (все расстояния выражены в а. е., наблюдатель в данном случае находится на Земле);

n – параметр, характеризующий быстроту изменения блеска с изменением.

Логарифмируя это уравнение, получим:

$$m = H + 2,5n \lg r + 5 \lg \Delta, \quad (1)$$

где m – видимая звёздная величина кометы;

H – её абсолютная величина, т. е. соответствующая значению блеска E_0 .

Введем замену переменной: $m_1 = m - 5 \lg \Delta$ (что соответствует видимой величине кометы, наблюдаемой с расстояния 1 а.е.). Уравнение примет следующий вид:

$$m_1 = H + 2,5n \lg r. \quad (2)$$

Очевидно, что m_1 линейно зависит от $\lg r$. Величины H и n нам неизвестны, но их можно определить при условии, что известна m_1 , а для этого нужно для любого заданного момента времени определить значения r и Δ .

Поскольку орбита кометы очень близка к параболической [3], для определения r мы вправе использовать уравнение Баркера [4]:

$$M = \operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2} + \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 \frac{\vartheta}{2}, \quad (3)$$

где $M = \sqrt{\frac{G\mathfrak{M}_\odot}{2q^3}}(t - t_0)$ – средняя аномалия кометы;

$\mathfrak{M}_\odot$ – масса Солнца;

q – перигелийное расстояние кометы;

t_0 – момент времени, в который комета проходила перигелий;

ϑ – истинная аномалия кометы.

Данное уравнение является кубическим и имеет аналитическое решение. По смыслу задачи нам подходит только действительный корень, который можно записать в виде:

$$\operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2} = x - \frac{1}{x},$$

$$\text{где } x = \frac{1}{2} \sqrt[3]{12M + 4\sqrt{9M^2 + 4}}.$$

Расстояние от кометы до Солнца можно найти через уравнение параболы в полярных координатах:

$$r = \frac{2q}{1 + \cos \vartheta}.$$

Расстояние от кометы до Земли Δ представим как модуль разности радиус-векторов кометы и Земли: $\Delta = |\vec{r} - \vec{r}_{\oplus}|$, где $\vec{r}$ – радиус-вектор кометы, $\vec{r}_{\oplus}$ – радиус-вектор Земли. Из уравнений орбитального движения мы получим координаты этих векторов в полярной СК (r, ϑ) , после чего преобразуем их в трехмерные декартовы координаты и с помощью матриц перехода приведем их к единой системе координат.

Поскольку орбита Земли представляет собой эллипс, для расчета ее орбитального движения нужно использовать уравнение Кеплера [5]. Оно имеет следующий вид:

$$M = E - e \sin E, \quad (4)$$

$$\text{где } M = \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{a^3}}(t - t_0) - \text{средняя аномалия Земли;}$$

a – большая полуось земной орбиты (1 а. е.);

e – эксцентриситет земной орбиты.

Величина E называется эксцентрической аномалией и связана с истинной аномалией ϑ следующим соотношением:

$$\operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \operatorname{tg} \frac{E}{2}.$$

Чтобы выразить модуль радиус-вектора, воспользуемся уравнением эллипса в полярных координатах:

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cos \vartheta}.$$

Уравнение Кеплера не имеет аналитического решения, но его можно решить с помощью численных методов.

Теперь перейдем к практической части работы. В работе использовались оценки звёздной величины кометы из баз данных MPC и COBS [6]. Далее для каждой оценки, содержащей дату наблюдения и видимую звёздную величину кометы, составлялись и решались уравнения вида (3) и (4) и вычислялись значения r и Δ . После чего по формуле (1) вычислялось значение m_1 и наносилось на график, представленный на рисунке 1.

Представленный график можно аппроксимировать одной линейной функцией только в грубом приближении. Поэтому график был разбит на 3 участка, для каждого из которых с помощью метода наименьших квадратов, согласно формуле (1), вычислялись значения H и n .

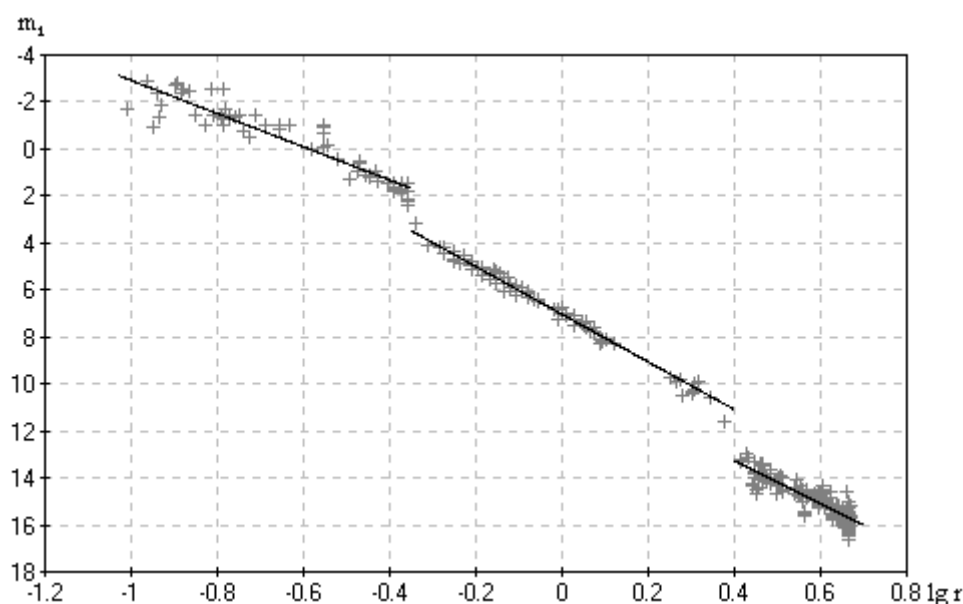


Рисунок 1 – График зависимости $m_1(\lg r)$

В результате были получены следующие формулы:

$$\begin{cases} m = (4,15 \pm 0,23) + (7,07 \pm 0,35) \lg r + 5 \lg \Delta, & r \in [0,094; 0,446) \\ m = (7,04 \pm 0,02) + (10,24 \pm 0,11) \lg r + 5 \lg \Delta, & r \in (0,446; 2,512) \\ m = (9,59 \pm 0,17) + (9,19 \pm 0,28) \lg r + 5 \lg \Delta, & r \in (2,512; +\infty) \end{cases}$$

Заключение. Таким образом, в работе показано, что:

- видимая звёздная величина кометы с большой точностью описывается формулой (1);
- значения H и p могут изменяться скачкообразно в зависимости от r .

Литература

1. Астрономия : учебное пособие / В. И. Шупляк [и др.]. – Минск : “Вышэйшая школа”, 2016. – 312 с.
2. Meisel, D. D. Comet Brightness Parameters: Definition, Determination, and Correlations / D. D. Meisel, C. S. Morris // International Astronomical Union Colloquium, Volume 25, Issue Part 1: The Study of Comets. – Cambridge, 1976. – P. 410–414.
3. MPEC 2025-A40: Observations and Orbits of Comets and A/ Objects [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.minorplanetcenter.net/mpec/K25/K25A40.html>. – Date of access : 03.01.2025.
4. Мирер, С. А. Механика космического полета. Орбитальное движение / С. А. Мирер. – М. : Московский физ.-тех. ин-т, 2013. – 106 с.
5. Балк, М. Б. Элементы динамики космического полета / М. Б. Балк. – Москва: Наука, 1965. – 340 с.
6. Observation list for C/2024 G3 [Electronic resource]. – Mode of access: https://cobs.si/obs_list?id=2525. – Date of access: 19.01.2025.

Д. В. Синегрибов
(ГГУ имени Ф. Скорины, ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. **В. В. Андреев**, д-р физ.-мат. наук, профессор

НИЖНИЕ ГРАНИЦЫ НА МАССУ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НЕЙТРАЛЬНОГО Z' -БОЗОНА ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ГРУППЫ E_6 НА МЕЖДУНАРОДНОМ ЛИНЕЙНОМ КОЛЛАЙДЕРЕ

Введение. На сегодняшний день не обнаружено экспериментального указания, подтверждающего необходимость расширения Стандартной Модели (СМ). Однако, широко распространено мнение, что все фундаментальные взаимодействия должны описываться общей теорией. Предложено много расширений СМ. Наиболее популярными являются теории великого объединения, суперсимметричные и суперструнные теории. Важной и общей особенностью расширений является предсказание дополнительного нейтрального бозона (Z' -бозона). Масса Z' -бозона теоретически не ограничена. Поиски распада Z' -бозона проведены совместно коллаборациями ATLAS и CMS на Большом адронном коллайдере (LHC). Для моделей группы E_6 , нижние границы на массу Z' -бозона варьируются от 3.9 до 4.8 ТэВ. Подробное описание и все ссылки на экспериментальные результаты содержатся в обзоре [1].

Основными феноменологическими проявлениями Z' -бозона являются интерференционные эффекты. Кроме интерференции, Z' -бозоны проявляются в $Z - Z'$ смешивании. В группе E_6 параметризация Z' -бозона определяется с помощью угла β , определяющего степень смешивания между $U(1)$ генераторами Q_ψ и Q_χ (таблица 1). Физические Z' -бозоны характеризуются линейной комбинацией:

$$Q' = Q_\chi \cos(\beta) + Q_\psi \sin(\beta). \quad (1)$$

В уравнении (1), $U(1)$ генераторами Q_ψ и Q_χ характеризуются схемы спонтанного нарушения $E_6 \rightarrow SO(10) \times U(1)_\psi$ и $SO(10) \rightarrow SU(5) \times U(1)_\chi$.

Таблица 1 – Параметризация и особенности моделей группы E_6

Модель	Угол β	Соответствующая комбинация Q'	Особенности
χ	0	$Q' = Q_\chi$	Сильное смешивание
ψ	$\pi/2$	$Q' = Q_\psi$	Минимальное смешивание
η	$\arctan(-\sqrt{5/3})$	Ортогональная комбинация Q_ψ и Q_χ	Промежуточный случай

Важно отметить, что задача установления ограничений на характеристики Z' -бозона содержится в программе исследований будущего Международного линейного коллайдера (ILC). В настоящей работе на основе феноменологического анализа получены нижние границы на массу Z' -бозона для E_6 моделей и условий планируемого эксперимента на ILC. В результате, удалось значительно улучшить нижние границы на массу Z' -бозона, полученные экспериментально на LHC.

Методика модельно-зависимого анализа косвенного проявления Z' - бозона. В настоящей работе, методика основана на представлении дифференциального сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \gamma, Z, Z' \rightarrow \bar{f}f$ ($f \neq e$) для безмассового случая. В выражение сечения были введены линейно новые эффективные параметры, характеризующие характеристики Z' - бозона. Подробное описание представления сечения содержится в работе [2]. Поскольку максимально доступная энергия столкновений на коллайдере значительно меньше ограничений на массу Z' - бозона. Рассматривается сценарий, когда предполагаемая масса Z' - бозона значительно больше максимальной энергии столкновений коллайдера. Ожидается, что характеристики Z' - бозона можно изучить, анализируя косвенные эффекты. В настоящей работе, косвенными эффектами являются отклонения характеристики исследуемого процесса от предсказаний СМ, обусловленные Z' - бозонами. Ограничения на массу Z' - бозона извлекаются напрямую из стандартного представления функции χ^2 , записанного относительно массы Z' - бозона:

$$\chi_f^2(M_{Z'}) = \sum_{bins} \left[\frac{\Delta O_f^{bin}(M_{Z'})}{\delta O_f^{bin}} \right]^2. \quad (2)$$

где $\Delta O_f^{bin}(M_{Z'})$ – отклонение наблюдаемой характеристики процесса от СМ;

δO_f^{bin} – прогнозируемая экспериментальная ошибка СМ, состоящая из статистической и систематической ошибки.

В правой части выражения (2), суммирование выполняется по всей кинематической области, которая разбита на угловые бины. В качестве фазового параметра используется угол рассеяния между входящими электронами и выходящими фермионами. Для построения критерия выдвигается гипотеза, согласно которой все экспериментальные данные должны соответствовать СМ в пределе одного стандартного отклонения. Другими словами, СМ рассматривается в качестве фона. Для поставленной задачи, требование, налагаемое на функцию (2), выражается в виде неравенства:

$$\chi_f^2(M_{Z'}) \leq \chi_{min}^2 + \chi_{CL}^2. \quad (3)$$

В уравнении (3), величина χ_{min}^2 определяется из требования минимального значения функции χ_f^2 и для поставленной задачи равна нулю. В свою очередь, величиной χ_{CL}^2 задается уровень достоверности значения $M_{Z'}$. Согласно выдвинутой гипотезе, значение χ_{CL}^2 равно единице. В качестве наблюдаемой характеристики процесса O_f^{bin} используется число событий углового интервала, которое определяется стандартно.

В работе [2] описана методика получения ограничений на спиральные параметры отклонения, которые, в свою очередь, определяются характеристиками Z' - бозона. Такими характеристиками являются константы связи, масса и ширина. Константы связи Z' - бозона задаются моделью [3]. В свою очередь, полная ширина распада $Z' \rightarrow \bar{f}f$ записана в работе [4].

Численные результаты. Возможность поляризовать сталкивающиеся частицы является важной особенностью коллайдера. Сталкивая поляризованные частицы, можно более точно измерять сечения, асимметрии и угловые распределения. Получить поляризованные позитроны технически сложная задача. На ИЛС поляризованные позитроны порождаются поляризованными фотонами, которые в свою очередь, порождены поляризованными электронами. Поэтому доступная степень поляризации электронного пучка (80 %) значительно

больше позитронного (30 %). Конечными фермионами выбираются мюоны, имеющие наилучшую эффективность идентификации на коллайдере. Согласно методике, мы получили нижние границы на массу Z' -бозона для поляризованного и неполяризованного эксперимента. В таблице 2 представлены полученные нижние границы на массу Z' -бозона. Ограничения получены для максимально доступной энергии столкновений 1 ТэВ и соответствующей интегральной светимости 8 аб^{-1} . Важно отметить, что при наличии поляризации светимость уменьшается за счет неравномерного распределения времени работы коллайдера. Все перечисленные параметры ILC подробно описаны в работе [5]. Как можно заметить, экспериментальные ограничения, полученные на LHC, можно существенно улучшить на ILC. В первую очередь значительное улучшение обусловлено высокой светимостью и поляризацией.

Таблица 2 – Полученные нижние границы на массу Z' -бозона (ТэВ)

Модель	Неполяризованные начальные пучки	Поляризованные начальные пучки	Ограничения LHC [1]
χ	12.822	15.124	4.8
ψ	7.125	7.043	4.560
η	7.734	6.684	3.9

Модельно-зависимые ограничения таблицы 2 необходимо проверить на основе проведенного в работе [2] модельно-независимого анализа отклонений ΔQ_1 и ΔQ_2 . Параметры отклонения ΔQ_1 и ΔQ_2 определяются характеристиками Z' -бозона. Как показано на рисунке 1, модельно-независимые и модельно-зависимые ограничения предсказуемо согласуются.

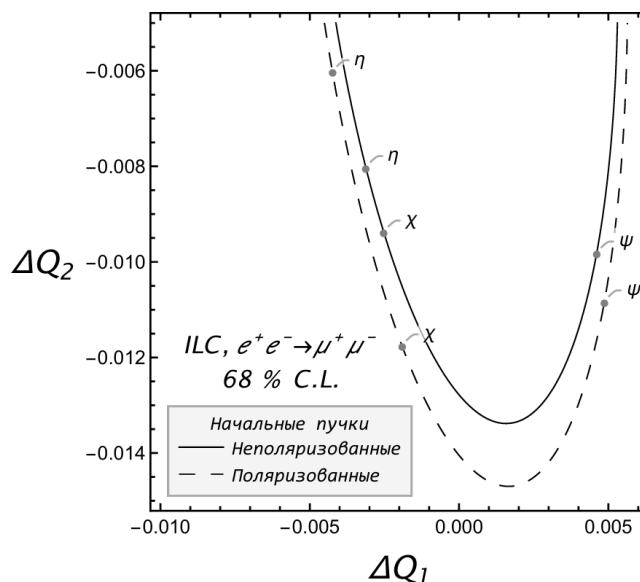


Рисунок 1 – Модельно-независимые области отклонений ΔQ_1 и ΔQ_2 для поляризованного и неполяризованного эксперимента на ILC.

Точками отмечены значения отклонений ΔQ_1 и ΔQ_2 для значений $M_{Z'}$ из таблицы 2.

Заключение. В работе получены нижние границы на массу дополнительного Z' -бозона для моделей группы E_6 на основе представления дифференциального сечения,

представленного в работе [2]. Как показано в таблице 2, экспериментальные ограничения, полученные на LHC, можно существенно улучшить на ILC. Выявлена роль поляризации электронного и позитронного пучка. Важно отметить, что полученные в работе модельно-зависимые ограничения и модельно-независимые ограничения, полученные в работе [2] согласуются.

Литература

1. Review of particle physics [Particle Data Group Collaboration] / S. Navas [et al.] // Phys. Rev. D. – V. 110. – no. 3. – 2024. – 030001.
2. Sinegribov, D. V. Model-Independent Analysis of the Indirect Effects of Additional an Z' -boson at CLIC / D. V. Sinegribov, V. V. Andreev, I. A. Serenkova // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – V. 28. – no. 1 – 2025. – P. 68–78.
3. Optimal observables for Z' models in annihilation leptonic processes / A. Gulov, Y. Moroz // Phys. Rev. D. – V. 98. – no. 11. – 2018. – 115014.
4. Two-component spinor techniques and Feynman rules for quantum field theory and supersymmetry / Herbi. K. Dreiner, Howard E. Haber, Stephen P. Martin // Physics Reports. – V. 494. – 2010. – P. 1–196.
5. The International Linear Collider: Report to Snowmass 2021 / A. Aryshev [et al.] // FERMILAB-FN-1171-PPD-QIS-SCD-TD. – 2021.

В. А. Скакалин

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Г. Ю. Тюменков**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ UDP-СОКЕТОВ В LINUX

Клиент-серверная архитектура – основа современных сетевых приложений. UDP (User Datagram Protocol) предлагает минималистичный подход к передаче данных, жертвуя надежностью ради скорости. Этот протокол идеален для задач, где низкая задержка критичнее гарантированной доставки: онлайн-игры, потоковое видео, VoIP, IoT-устройства.

Основой такого взаимодействия выступает протокол UDP (User Datagram Protocol). Рассмотрим роль UDP в клиент-серверном взаимодействии. Это ненадежный датаграммный протокол, который обеспечивает минималистичную передачу данных без гарантий. Его ключевые особенности: отсутствие установления соединения, неупорядоченная доставка, контроль целостности, минимальные накладные расходы.

Для работы с UDP в Linux используются сокеты – специальные файловые дескрипторы, позволяющие обмениваться данными в виде отдельных датаграмм. UDP-сокеты не делятся на серверные и клиентские в классическом понимании, так как не требуют установки соединения. Типы UDP-сокетов:

Серверный сокет – Привязывается к конкретному порту для приема данных (bind()).

Клиентский сокет – Может отправлять данные без предварительной привязки к порту.

Для работы с UDP в Linux используется сокет типа SOCK_DGRAM (рисунок 1).

```
int sockfd = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0);
```

Рисунок 1 – Пример создания UDP/IPv4 сокета

Сервер привязывается к порту и IP-адресу через bind() (рисунок 2).

```
struct sockaddr_in servaddr = {0};
servaddr.sin_family = AF_INET;
servaddr.sin_port = htons(8080); // Порт
servaddr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY); // Принимать данные с любых интерфейсов
bind(sockfd, (struct sockaddr*)&servaddr, sizeof(servaddr));
```

Рисунок 2 – Настройка адреса сервера для приёма данных

Отправка данных клиентом:

Клиент отправляет датаграммы через sendto(), указывая адрес сервера. Она обеспечивает гибкость, но требует внимательной работы с адресами и обработки ошибок. UDP не требует предварительного соединения, поэтому sendto() всегда требует указания адреса получателя. Это позволяет отправлять данные разным адресатам в рамках одного сокета (рисунок 3).

```
struct sockaddr_in servaddr = {0};
servaddr.sin_family = AF_INET;
servaddr.sin_port = htons(8080);
inet_pton(AF_INET, "127.0.0.1", &servaddr.sin_addr); // IP сервера
sendto(sockfd, "Hello", 5, 0, (struct sockaddr*)&servaddr, sizeof(servaddr));
```

Рисунок 3 – Отправка данных клиентом

Функции приёма и отправки сообщений. Для работы с UDP используются:

- recvfrom(): принимает данные и сохраняет адрес отправителя;
- sendto(): отправляет данные по указанному адресу (рисунок 4).

```
char buffer[1024];
struct sockaddr_in cliaddr;
socklen_t len = sizeof(cliaddr);

// Приём данных
ssize_t n = recvfrom(sockfd, buffer, sizeof(buffer), 0, (struct sockaddr*)&cliaddr, &len);

// Отправка ответа
sendto(sockfd, "Hi", 2, 0, (struct sockaddr*)&cliaddr, len);
```

Рисунок 4 – Функции приёма и отправки сообщений

Примеры использования UDP-сокетов:

- Онлайн-игры;
- VoIP и видеоконференции;
- IoT-устройства;
- Multicast-трансляция видео для тысяч зрителей.

Таким образом, зная эти основные элементы (UDP-сокеты, функции `sendto()` и `recvfrom()`), можно создавать клиент-серверные приложения, где скорость и низкая задержка важнее надежности. Главное преимущество UDP – это минимальные накладные расходы и отсутствие задержек на установку соединения, а главная сложность – необходимость самостоятельно обрабатывать потерю пакетов, порядок доставки и целостность данных.

Литература

1. Stevens, W. R. UNIX Network Programming / W. R. Stevens, B. Fenner, A. M. Rudoff. – Boston : Addison Wesley. – 2003. – 1024 p.
2. Wireshark UDP Tutorials [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.wireshark.org/#learnWS/>. – Date of access: 06.04.2025.

А. Д. Тамков

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **В. Ю. Гавриш**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ФЕЙНМАНА ОДНОПЕТЛЕВОЙ ВЕРШИННОЙ ФУНКЦИИ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Введение. Вычисление квантово-полевых амплитуд в высших порядках теории возмущений является нетривиальной задачей. Помимо непосредственных расчетов с использованием алгебры матриц Дирака важным представляется расчет петлевых интегралов по относительно импульсу. Из многообразия задач, сводящихся к подобным расчетам, выделим задачу о вычислении аномального магнитного момента электрона.

Работа носит методический характер: приведены соотношения для параметризации Фейнмана с последующим использованием для предварительных расчетов петлевого интеграла. Результаты работы могут быть использованы при расчетах аномального магнитного момента электрона, а также других прикладных расчетов квантовой электродинамики.

Диаграмма Фейнмана однопетлевой вершинной функции. Однопетлевая диаграмма в простейшем случае представлена на рисунке 1.

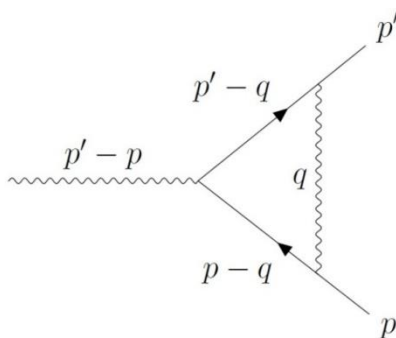


Рисунок 1 – Однопетлевая диаграмма вершинной функции

Соответствующий рисунку 1 петлевой интеграл запишется в виде:

$$I^\mu = \int \frac{d^4 q}{(2\pi)^4} \gamma^\nu \frac{i(\hat{p}' - \hat{q} + m)}{(p' - q)^2 - m^2} \gamma^\mu \frac{i(\hat{p} - \hat{q} + m)}{(p - q)^2 - m^2} \gamma^\rho \frac{-ig_{\nu\rho}}{q^2}. \quad (1)$$

В выражении (1) использованы обозначения для импульса фермиона (электрона) p' и p в конечном и начальном состоянии соответственно; также определена масса фермиона m и использовано обозначение свертки 4-вектора с γ -матрицами Дирака $\hat{p} = \gamma^\mu p_\mu$. В работе зададимся целью провести подготовительные расчеты с использованием параметризации Фейнмана [2]

$$\frac{1}{A_1 A_2 A_3 \dots A_n} = \int dx_1 \dots dx_n \delta\left(\sum_{i=1}^n x_i - 1\right) \frac{(n-1)!}{\left[\sum_{i=1}^n x_i a_i\right]^n}, \quad (2)$$

в которой использована δ -функции Дирака. В случае двух и трех множителей A_i выражение (2) примет вид

$$\begin{aligned} \frac{1}{A_1 A_2} &= \int_0^1 dx \frac{1}{[A_1 x + (1-x) A_2]^2}, \\ \frac{1}{A_1 A_2 A_3} &= \int_0^1 dx_1 \int_0^1 dx_2 \int_0^1 dx_3 \frac{2\delta(x_1 + x_2 + x_3 - 1)}{[A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3]^3} \end{aligned} \quad (3)$$

тождественность которых устанавливается непосредственным интегрированием с использованием свойств δ -функции Дирака [4]. Ниже проведем предварительные расчеты интеграла (1) с использованием выражений (2)–(3).

Параметризация Фейнмана для однопетлевой вершинной функции. С использованием выражения (3) преобразуем знаменатель интеграла (1):

$$\begin{aligned} I^\mu &= \int \frac{d^4 q}{(2\pi)^4} \frac{N^\mu(p', p, q, m)}{\left((p' - q)^2 - m^2\right) \left((p - q)^2 - m^2\right) q^2} \rightarrow \\ &\int_0^1 dx_1 \int_0^1 dx_2 \int_0^1 dx_3 \int \frac{d^4 q}{(2\pi)^4} \frac{2 \delta(x_1 + x_2 + x_3 - 1) N^\mu(p', p, q, m)}{\left(\left((p - q)^2 - m^2\right) x_1 + \left((p' - q)^2 - m^2\right) x_2 + q^2 x_3\right)^3}. \end{aligned} \quad (4)$$

В выражении (4) для краткости использовано обозначение

$$N^\mu(p', p, q, m) = \gamma^\nu (\hat{p}' - \hat{q} + m) \gamma^\mu (\hat{p} - \hat{q} + m).$$

Ниже проведем некоторые упрощения знаменателя выражения (4). Нетрудно установить, что

$$\begin{aligned} &\left(\left((p - q)^2 - m^2\right) x_1 + \left((p' - q)^2 - m^2\right) x_2 + q^2 x_3\right) = \\ &= q^2 (x_1 + x_2 + x_3) - 2q \cdot (p x_1 + p' x_2) + p^2 x_1 + p'^2 x_2 - m^2 (x_1 + x_2). \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом того, что $x_1 + x_2 + x_3 = 1$ из (5) окончательно получаем

$$\begin{aligned} & \left((p-q)^2 - m^2 \right) x_1 + \left((p'-q)^2 - m^2 \right) x_2 + q^2 x_3 = \\ & = q^2 - 2q \cdot (p x_1 + p' x_2) + p^2 x_1 + p'^2 x_2 - m^2 (x_1 + x_2). \end{aligned} \quad (6)$$

Подстановка (6) в выражение (4) с последующим интегрированием по переменной x_3 приводит к

$$\begin{aligned} I^\mu &= \int_0^1 dx_1 \int_0^1 dx_2 \int_0^1 dx_3 \int \frac{d^4 q}{(2\pi)^4} \frac{2 \delta(x_1 + x_2 + x_3 - 1) N^\mu(p', p, q, m)}{\left(\left((p-q)^2 - m^2 \right) x_1 + \left((p'-q)^2 - m^2 \right) x_2 + q^2 x_3 \right)^3} = \\ &= \int_0^1 dx_1 \int_0^{1-x_1} dx_2 \int \frac{d^4 q}{(2\pi)^4} \frac{2 N^\mu(p', p, q, m)}{\left(q^2 - 2q \cdot (p x_1 + p' x_2) + p^2 x_1 + p'^2 x_2 - m^2 (x_1 + x_2) \right)^3}. \end{aligned} \quad (7)$$

Дальнейшие вычисления выражения (7) связаны с поворотом Вика [5] и переходу к размерности пространства-времени $d = 4 - \varepsilon$. Указанные расчеты достаточно громоздки, поэтому перечисленные расчеты ниже проводиться не будут.

Заключение. В работе проведены предварительные вычисления петлевого интеграла для однопетлевой вершинной функции квантовой электродинамики. В ходе работы авторами продемонстрирована методика использования параметризации Фейнмана объединения нескольких знаменателей в один. Полученные в работе выражения используются для расчета аномального магнитного момента электрона, а также других прикладных расчетов квантовой электродинамики.

Литература

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. : Т. 4 : Квантовая электродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц // 3-е изд. испр. – М. : Наука, 1989. – 728 с.
2. Пескин, М. Введение в квантовую теорию поля / М. Пескин, Д. Шредер. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 784 с.
3. Romao, J. C. Modern techniques for one-loop calculation / J. C. Romao – Departamento de Fisica, Instituto Superior Tecnico, Portugal, 2004. – 81 p.
4. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики / В. С. Владимиров. – М. : Наука, 1967. – 436 с.
5. Казаков, Д. И. Радиационные поправки, расходимости, регуляризация / Д. И. Казаков. – Дубна : ОИЯИ, 2008. – 93 с.

А. Д. Тамков

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **В. Ю. Гавриш**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАСЧЕТ СПИНОРНОЙ ЧАСТИ ОДНОПЕТЛЕВОЙ ВЕРШИННОЙ ФУНКЦИИ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Введение. Известно, что квантовая электродинамика успешно описывает взаимодействие фотонов с электронами (позитронами) [1–3]. Помимо известных задач о комптоновском рассеянии, рассеянии Баба и Меллера нетривиальными являются вычисления петлевых поправок. Из многообразия важной представляется задача о расчете аномального магнитного момента электрона.

Работа носит методический характер. Авторами проведены предварительные вычисления сверток матриц Дирака для вершинной функции с использованием перехода к пространству-времени размерности $d = 4 - \varepsilon$. Полученные в работе выражения используются при расчете радиационных поправок для однопетлевой вершинной функции квантовой электродинамики.

Диаграмма Фейнмана однопетлевой вершинной функции. Однопетлевая диаграмма рассеяния электрона во внешнем электромагнитном поле в простейшем случае представлена на рисунке 1.

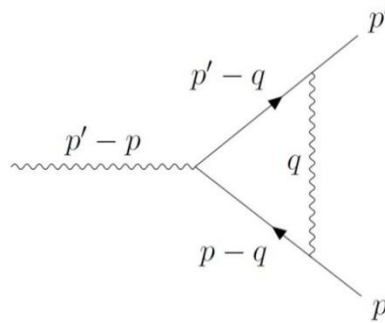


Рисунок 1 – Однопетлевая диаграмма вершинной функции

С использованием правила Фейнмана [2] матричный элемент, соответствующий рисунку 1, примет следующий вид

$$\begin{aligned}
 & -ie \bar{u}(p', m) \Gamma^\mu u(p, m) = \\
 & = (-ie)^3 \int \frac{d^4 q}{(2\pi)^4} \bar{u}(p', m) \gamma^\nu \frac{i(\hat{p}' - \hat{q} + m)}{(p' - q)^2 - m^2} \gamma^\mu \frac{i(\hat{p} - \hat{q} + m)}{(p - q)^2 - m^2} \gamma^\rho \frac{-ig_{\nu\rho}}{q^2} u(p, m),
 \end{aligned} \tag{1}$$

где m – масса электрона с зарядом e .

В выражении (1) также использованы обозначения четыре импульса фермиона (электрона) p' и p конечном и начальном состоянии соответственно. Вычисления выражения (1) достаточно объемны, поэтому ниже проведем некоторые упрощения γ – матриц Дирака.

Расчет числителя петлевого интеграла. Промежуточные расчеты числителя выражения (1) проведем с использованием перехода к пространству-времени размерности $d = 4 - \varepsilon$. В таком случае изучаемый интеграл примет вид

$$-ie^3 \mu^{4-d} \int \frac{d^d q}{(2\pi)^d} \gamma^\nu \frac{i(\hat{p}' - \hat{q} + m)}{(p' - q)^2 - m^2} \gamma^\mu \frac{i(\hat{p} - \hat{q} + m)}{(p - q)^2 - m^2} \gamma^\rho \frac{-ig_{\nu\rho}}{q^2}, \tag{2}$$

где параметр μ введен для сохранения размерности [3]. Проводя некоторые расчеты из выражения (2), получаем

$$-ie^3 \mu^{4-d} \int \frac{d^d q}{(2\pi)^d} \frac{\gamma^\nu (\hat{p}' - \hat{q} + m) \gamma^\mu (\hat{p} - \hat{q} + m) \gamma_\nu}{((p' - q)^2 - m^2)((p - q)^2 - m^2)q^2}, \tag{3}$$

числитель которого упростим ниже с использованием тождеств для матриц Дирака [4]

$$\begin{aligned}\gamma^\nu \gamma_\nu &= d, \quad \gamma^\nu \gamma^\mu \gamma_\nu = \gamma^\mu (2-d), \quad \gamma^\nu \gamma^\mu \gamma^\rho \gamma_\nu = 4g^{\mu\rho} + (d-4) \gamma^\mu \gamma^\rho, \\ \gamma^\nu \gamma^\mu \gamma^\rho \gamma^\sigma \gamma_\nu &= (4-d) \gamma^\mu \gamma^\rho \gamma^\sigma - 2\gamma^\sigma \gamma^\rho \gamma^\mu.\end{aligned}\tag{4}$$

Расчеты приводят к

$$\begin{aligned}&\gamma^\nu (\hat{p}' - \hat{q} + m) \gamma^\mu (\hat{p} - \hat{q} + m) \gamma_\nu = \\&= (\gamma^\nu \hat{p}' - \gamma^\nu \hat{q} + \gamma^\nu m) (\gamma^\mu \hat{p} \gamma_\nu - \gamma^\mu \hat{q} \gamma_\nu + \gamma^\mu \gamma_\nu m) = \\&= \gamma^\nu \hat{p}' \gamma^\mu \hat{p} \gamma_\nu - \gamma^\nu \hat{p}' \gamma^\mu \hat{q} \gamma_\nu + \gamma^\nu \hat{p}' \gamma^\mu \gamma_\nu m - \gamma^\nu \hat{q} \gamma^\mu \hat{p} \gamma_\nu + \gamma^\nu \hat{q} \gamma^\mu \hat{q} \gamma_\nu - \\&- \gamma^\nu \hat{q} \gamma^\mu \gamma_\nu m + \gamma^\nu \gamma^\mu \hat{p} \gamma_\nu m - \gamma^\nu \gamma^\mu \hat{q} \gamma_\nu m + \gamma^\nu \gamma^\mu \gamma_\nu m^2.\end{aligned}\tag{5}$$

Подробные вычисления выражения (5) с учетом соотношений (4) достаточно объемны. В качестве примера приведем расчет некоторых слагаемых с пятью, четырьмя и тремя γ -матрицами соответственно:

$$\begin{aligned}\gamma^\nu \hat{p}' \gamma^\mu \hat{p} \gamma_\nu &= (4-d) \hat{p}' \gamma^\mu \hat{p} - 2 \hat{p} \gamma^\mu \hat{p}', \\ \gamma^\nu \hat{q} \gamma^\mu \gamma_\nu &= 4q^\mu + (d-4) \hat{q} \gamma^\mu, \quad \gamma^\nu \gamma^\mu \gamma_\nu m^2 = \gamma^\mu (2-d) m^2.\end{aligned}\tag{6}$$

После некоторых выкладок, аналогичным с соотношениями (6), из выражения (5) окончательно получаем [4]:

$$\begin{aligned}&\gamma^\nu (\hat{p}' - \hat{q} + m) \gamma^\mu (\hat{p} - \hat{q} + m) \gamma_\nu = (4-d) \hat{p}' \gamma^\mu \hat{p} - 2 \hat{p} \gamma^\mu \hat{p}' - \\&- ((4-d) \hat{p}' \gamma^\mu \hat{q} - 2 \hat{q} \gamma^\mu \hat{p}') + (4p'^\mu + (d-4) \hat{p}' \gamma^\mu) m - \\&- ((4-d) \hat{q} \gamma^\mu \hat{p} - 2 \hat{p} \gamma^\mu \hat{q}) + (4-2d) q^\mu \hat{q} + (d-2) q^2 \gamma^\mu - \\&- (4q^\mu + (d-4) \hat{q} \gamma^\mu) m + (4p^\mu + (d-4) \gamma^\mu \hat{p}) m - \\&- (4q^\mu + (d-4) \gamma^\mu \hat{q}) m + \gamma^\mu (2-d) m^2.\end{aligned}\tag{7}$$

Анализ выражения (7) показывает, что часть слагаемых соответствует величине переданному импульсу фермиону $p' - p$, матричная структура которых пропорциональна антисимметричному тензору $\sigma^{\mu\nu} = i/2 (\gamma^\mu \gamma^\nu - \gamma^\nu \gamma^\mu)$.

Дальнейшие вычисления выражений (3)–(7) связаны с подстановкой $d = 4 - \epsilon$ и вычислению интеграла с использованием параметризации Фейнмана, однако указанная процедура достаточно громоздка.

Заключение. В работе проведены предварительные расчеты однопетлевой вершинной функции квантовой электродинамики. В ходе работы авторами показано, что

использование алгебры γ – матриц Дирака в пространстве-времени размерности d приводит к выражениям, пропорциональным антисимметричному тензору $\sigma^{\mu\nu}$. Расчет последних связан с тождеством Гордона, Дираковскими форм-факторами F_1 , F_2 и последующим вычислением аномального магнитного момента электрона.

Литература

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. : Т. 4 Квантовая электродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц // 3-е изд. испр. – М. : Наука, 1989. – 728 с.
2. Пескин, М. Введение в квантовую теорию поля / М. Пескин, Д. Шредер // Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 784 с.
3. Romao, J. C., Modern techniques for one-loop calculation / Romao, J. C. – Departamento de Fisica, Instituto Superior Tecnico, Portugal, 2004. – 81 p.
4. Grozin, A. Lectures on QED and QCD: partial calculation and renormalization of one- and multi-loop Feynman diagrams / A. Grozin // World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2007. – 236 p.

Л. А. Тозик, А. С. Пилипейко

(МГПУ имени И. П. Шамякина, Мозырь)

Науч. рук. **Г. В. Кулак**, д-р физ.-мат. наук, профессор

КОЛЛИНЕАРНОЕ АУСТООПТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В АПОДИЗИРОВАННЫХ МЕТАМАТЕРИАЛАХ

При распространении в упругой среде сдвиговой ультразвуковой (УЗ) волны, возникают локальные изменения объемов среды, не приводящие к локальным изменениям концентрации наночастиц среды. При этом имеет место изменение диэлектрической проницаемости материала, то есть его показателя преломления. Данный эффект имеет место для включений в матрицу материала наночастиц, например, эллипсоидальной формы [1]. Схема коллинеарного акустооптического (АО) взаимодействия в аподизированном метаматериале представлена на рисунке 1.

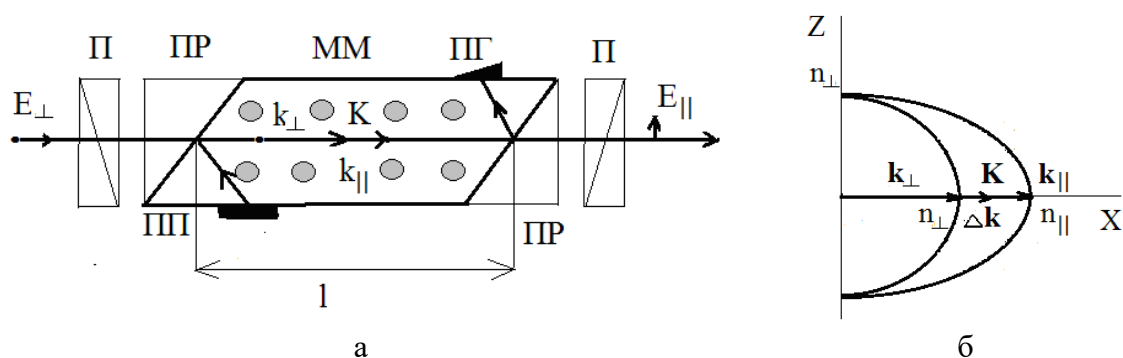


Рисунок 1 – а – схема квазиколлинеарной АО дифракции в метаматериале на сдвиговой SZ- УЗ волне (П(А) – поляризатор (анализатор), ПР – призма, ПП – пьезопреобразователь, ПГ – поглотитель, ММ – метаматериал, l – длина АО взаимодействия); б – диаграмма волновых векторов падающего (ТЕ) и дифрагированного (ТМ) света при заданной частоте (f_s) ультразвука и длине волны (λ) света

Рассмотрим композитную среду с диэлектрической проницаемостью ϵ_s , в которую внедрены наночастицы с диэлектрической проницаемостью ϵ_e . Предположим, что сдвиговая УЗ волна с вектором смещений $\vec{u}(x, t)$ распространяется вдоль оси X, то есть $\vec{u}(x, t) = \vec{u}_0 \exp[i(Kx - \Omega t)]$, где $\vec{u}_0 \parallel OY$ (OZ) – амплитуда УЗ волны; $K = \Omega / v_s$, причем v_s – фазовая скорость сдвиговой УЗ волны, Ω – круговая частота. В рассматриваемой модели упругой среды полагается, что модули упругости включений композитной среды таковы, что под действием УЗ волны их деформации не происходят.

Будем полагать в дальнейшем, что УЗ волна распространяется вдоль оси X и падающая световая волна также распространяется вдоль той же оси и поляризована вдоль осей Y или Z в системе координат XYZ. Тогда оси вращения эллипсоидальных включений ориентированы вдоль оси Y. Световая волна s- поляризации характеризуется компонентой тензора диэлектрической проницаемости $\epsilon_{\perp}$, а волна p- поляризации компонентой $\epsilon_{\parallel}$. Тогда оптическая ось среды метаматериала с искусственной одноосной анизотропией направлена вдоль оси Z. Если $\epsilon_{\parallel} > \epsilon_{\perp}$ ($\epsilon_{\parallel} < \epsilon_{\perp}$), то композитная среда соответствует оптически положительному (отрицательному) кристаллу [2]. Для эллипсоидальных включений объемная доля включений материала дается соотношением: $\eta(x) = (4/3)\pi a^2 b N(x)$, где $N(x)$ – пространственное распределение локального числа включений в единице объема вещества. В случае экспоненциальной аподизации среды следует полагать [3]: $N = N_0 \exp(-\gamma x)$, где N_0 – концентрация включений при $x = 0$, γ – коэффициент аподизации. В рассмотренной модели упругого метаматериала сдвиговые деформации приводят к небольшому повороту нано-эллипсоидов вращения вокруг оси OZ на угол α . В рассматриваемой геометрии АО взаимодействия эффективная компонента тензора фотоупругих постоянных метаматериала имеет вид [3]: $p_{46} = [(\epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}) / 2\epsilon_{\parallel}\epsilon_{\perp}](\sin 2\alpha - \cos 2\alpha)$. Фотоупругая постоянная p_{46} достигает максимального значения при $\alpha = [(2m+1)/4 - 1/8]\pi$, где $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ [1].

Система уравнений связанных волн для комплексных амплитуд дифрагированных волн (рисунок 1) нулевого (A_0) и первого (A_1) порядка имеет вид [4]:

$$\frac{dA_0}{dx} = \chi e^{(i\Delta k - \gamma)x} A_1, \quad \frac{dA_1}{dx} = -\chi e^{(-i\Delta k - \gamma)x} A_0, \quad (1)$$

где Δk – расстройка фазового синхронизма; $\chi = (\pi n_{\parallel}^{3/2} n_{\perp}^{3/2} p_{\text{эф}} / 2\lambda_0) S_0$, причем $n_{\parallel} = \sqrt{\epsilon_{\parallel}}$, $n_{\perp} = \sqrt{\epsilon_{\perp}}$, S_0 – амплитуда деформации УЗ волны в метаматериале;

$p_{\text{эф}} = p_{46}$ – эффективная фотоупругая постоянная.

Следует отметить, что в работе [4] рассмотрены особенности обратного брэгговского отражения дифрагированных световых волн в аподизированной метасреде.

В условиях попутного распространения дифрагированных волн решение системы уравнений связанных волн находим с привлечением граничных условий: $A_0(x=0) = A$, $A_1(x=0) = 0$. Тогда комплексные векторные амплитуды дифрагированных волн даются соотношениями:

$$A_0(x) = A \frac{J_{\nu_2}^0 \left[J_{\nu_1+1} \left(-\frac{\chi}{\gamma} e^{-\gamma x} \right) - J_{\nu_1-1} \left(-\frac{\chi}{\gamma} e^{-\gamma x} \right) \right]}{J_{\nu_2}^0 (J_{\nu_1+1}^0 - J_{\nu_1-1}^0) - J_{\nu_1}^0 (J_{\nu_2+1}^0 - J_{\nu_2-1}^0)} - A \frac{J_{\nu_1}^0 \left[J_{\nu_2+1} \left(-\frac{\chi}{\gamma} e^{-\gamma x} \right) - J_{\nu_2-1} \left(-\frac{\chi}{\gamma} e^{-\gamma x} \right) \right]}{J_{\nu_2}^0 (J_{\nu_1+1}^0 - J_{\nu_1-1}^0) - J_{\nu_1}^0 (J_{\nu_2+1}^0 - J_{\nu_2-1}^0)}, \quad (2)$$

$$A_1(x) = A \frac{2J_{\nu_2}^0 J_{\nu_1} \left(-\frac{\chi}{\gamma} e^{-\gamma x} \right)}{J_{\nu_2}^0 (J_{\nu_1+1}^0 - J_{\nu_1-1}^0) - J_{\nu_1}^0 (J_{\nu_2+1}^0 - J_{\nu_2-1}^0)} - A \frac{2J_{\nu_1}^0 J_{\nu_2} \left(-\frac{\chi}{\gamma} e^{-\gamma x} \right)}{J_{\nu_2}^0 (J_{\nu_1+1}^0 - J_{\nu_1-1}^0) - J_{\nu_1}^0 (J_{\nu_2+1}^0 - J_{\nu_2-1}^0)}, \quad (3)$$

где $J_{\nu_{1,2}}^0 = J_{\nu_{1,2}} \left(-\frac{\chi}{\gamma} \right)$, $J_{\nu_{1,2} \pm 1}^0 = J_{\nu_{1,2} \pm 1} \left(-\frac{\chi}{\gamma} \right)$ – функции Бесселя действительного аргумента и $\nu_{1,2}, \nu_{1,2 \pm 1}$ -го порядка.

На рисунке 2 представлена зависимость эффективности АО дифракции $\eta = |A_1(l)|^2 / |A|^2$ на выходной грани области АО взаимодействия $x = l$ от коэффициента связи дифрагированных волн $\chi \sim \sqrt{I_a}$ (I_a – интенсивность УЗ волны, распространяющейся вдоль звукопровода).

Из рисунка 2 следует, что в аподизированной метасреде эффективность АО дифракции увеличивается при увеличении длины АО взаимодействия и постоянной связи дифрагированных волн (интенсивности ультразвука).

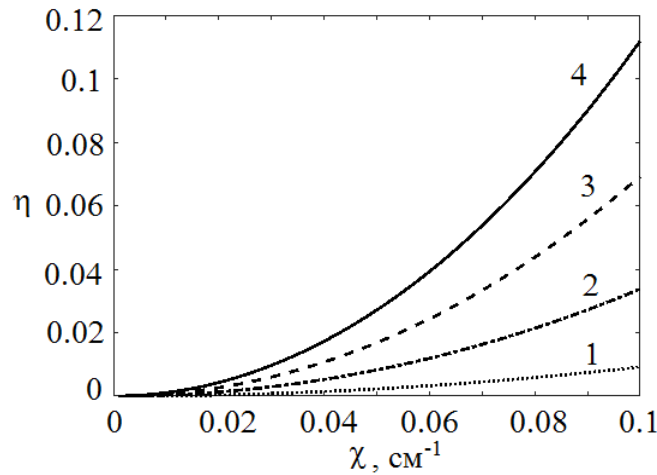


Рисунок 2 – Зависимость эффективности дифракции η от коэффициента связи χ дифрагированных волн при различных длинах АО взаимодействия l : см (см $\gamma = 0,1 \text{ см}^{-1}$, $\Delta k = 0,01 \text{ см}^{-1}$)

Зависимость эффективности дифракции η от параметра аподизации γ при различных длинах АО взаимодействия l представлена на рисунке 3.

Из рисунка 3 следует, что эффективность АО дифракции уменьшается, в основном, с увеличением параметра аподизации. При значении параметра аподизации $\gamma = 0,055 \text{ см}^{-1}$ эффективности дифракции принимает максимальное значение. Максимум эффективности дифракции наиболее выражен при больших длинах АО взаимодействия $l > 3 \text{ см}$.

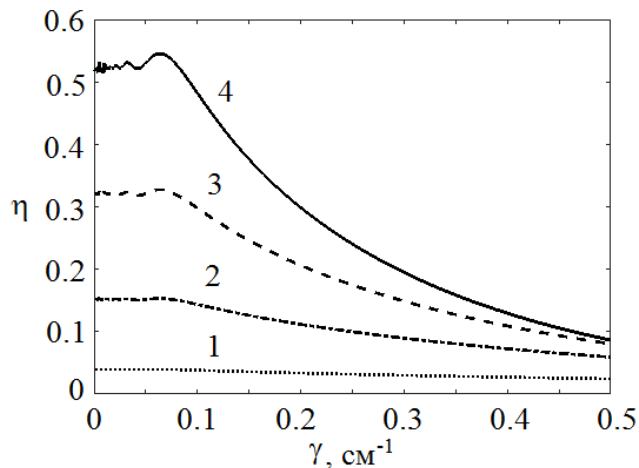


Рисунок 3 – Зависимость эффективности дифракции η от параметра аподизации γ дифрагированных волн при различных длинах АО взаимодействия l :
1–1, 2–2, 3–3, 4–4 см ($\chi = 0,2 \text{ см}^{-1}$, $\Delta k = 0,01 \text{ см}^{-1}$)

Заключение. В аподизированном метаматериале эффективность АО дифракции увеличивается при увеличении длины АО взаимодействия и постоянной связи дифрагированных волн (интенсивности ультразвука). Эффективность АО дифракции уменьшается, в основном, с увеличением параметра аподизации. При значении параметра аподизации $\gamma = 0,055 \text{ см}^{-1}$ эффективности дифракции принимает максимальное значение. Максимум эффективности дифракции наиболее выражен при больших длинах АО взаимодействия $l > 3 \text{ см}$.

Литература

1. Пустовойт, В. И. Акустооптические свойства метаматериалов / В. И. Пустовойт // Физические основы приборостроения. – 2015. – Т. 4, № 2(15). – С. 76–85.
2. Ярив, А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх. – М. : Мир. 1987. – С. 616.
3. Пустовойт, В. И. Акустооптические свойства метаматериалов / В. И. Пустовойт, // Квант. электрон. – 2016. – Т. 46, № 2. – С. 155–158.
4. Кравченко, В. Ф. О дифракции волн на аподизированной периодической структуре / В. Ф. Кравченко, В. И. Пустовойт // Доклады РАН. – 2003. – Т. 391, № 6. – С. 749–753.

Д. С. Трофимович, А. В. Павленко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Капшай**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОДНОМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА С ПОТЕНЦИАЛОМ ГАУССОВОГО ТИПА

Одной из основных задач квантовой механики является определение спектра энергий связанных состояний частицы в потенциальном поле. Данную задачу можно решить с использованием уравнения Шрёдингера. В статьях [1–2] предложены приближенные методы для решения трехмерного уравнения Шрёдингера (как в координатном, так и в импульсном представлении) для потенциала Гаусса. В работе [3] рассмотрено

решение трехмерного уравнения Шрёдингера для потенциала Гаусса, с помощью модифицированного ВКБ-приближения. В работе [4] рассматривалось численное решение одномерного интегрального уравнения Шрёдингера в импульсном представлении с этим же потенциалом.

Одномерное уравнение Шрёдингера имеет вид [5]

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi(x) + [E - V(x)] \psi(x) = 0, \quad (1)$$

где $\psi(x)$ – волновая функция;

$\hbar$ – приведенная постоянная Планка;

m – масса частицы;

E – энергия частицы;

x – координата частицы;

$V(x)$ – потенциал.

Волновая функция нормирована в соответствии с условием

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(x)|^2 dx = 1. \quad (2)$$

В настоящей работе получим решение уравнения (1) с учетом одномерного потенциала гауссова типа

$$V(x) = -V_0 x^2 \exp(-ax^2), \quad (3)$$

где $V_0 > 0$ – константа характеризующая «глубину» потенциала (3);

$a > 0$ – параметр, характеризующий «ширину» потенциала.

Дифференциальное уравнение (1) при использовании потенциала (3) не имеет точного решения. Поэтому поставленную задачу будем решать численно.

Перейдем в (1) к безразмерным переменным, для чего осуществим замену энергии, координаты и волновой функции, соответственно, по формулам:

$$E = V_0 \lambda \sigma^2, \quad x = y \sigma, \quad \psi(x) = \frac{\psi(y)}{\sqrt{\sigma}}, \quad q = a \sigma^2, \quad \sigma = \left(\frac{\hbar^2}{2mV_0} \right)^{1/4}, \quad (4)$$

где $\lambda < 0$ и q – безразмерные константы;

$\psi(y)$ – безразмерная функция.

Подставляя (3) и (4) в (1), получим одномерное уравнение Шрёдингера в безразмерных переменных:

$$\frac{d^2}{dy^2} \psi(y) - [\lambda + y^2 \exp(-qy^2)] \psi(y) = 0. \quad (5)$$

Для численного решения дифференциального уравнения (5) будем использовать метод аппроксимации, основанный на разбиении оси y на сетку узлов. В этом методе интервал $y \in (-b, b)$ разбивается на равномерные части. Размер шага разбиения h определяется по формуле $h = 2b/N$ где N – число интервалов, на которые делится отрезок $(-b, b)$. Тогда узлы сетки располагаются по координатам, $y_{i+1} = y_i + h$, где $y_0 = -b, y_N = b$, а $i = 0, 1, 2, \dots, N-1$. Для вычисления второй производной функции в произвольной точке y воспользуемся численной формулой [6, ст. 82]:

$$\frac{d^2}{dy^2} \psi(y) = \frac{-\psi(y+2h) + 16\psi(y+h) - 30\psi(y) + 16\psi(y-h) - \psi(y-2h)}{12h^2} + O(h^4). \quad (6)$$

Подставим (6) в (5), воспользуемся свойством дельта-символа Кронекера $\delta_{i,j}$ и свернем сумму по повторяющимся индексам, в результате сведем задачу о решении дифференциального уравнения к решению однородной линейной алгебраической системы уравнений

$$\sum_{j=1}^N M_{ij} y_j = \lambda y_i, \quad (7)$$

$$M_{ij} = \frac{1}{12h^2} (-\delta_{i+2,j} + 16\delta_{i+1,j} - 30\delta_{i,j} + 16\delta_{i-1,j} - \delta_{i-2,j}) - y_i^2 \exp(-qy_i^2) \delta_{i,j}. \quad (8)$$

Решая полученную матричную задачу (7), (8) на собственные значения при различных значениях числа интервалов N получим численное значение величины λ для четырех состояний приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Собственные значения λ , полученные при $q = 0,15$

n	N		
	50	100	200
1	-1,710520	-1,709630	-1,709570
2	-1,683690	-1,682730	-1,682670
3	-0,528887	-0,526364	-0,526196
4	-0,379405	-0,376320	-0,376115

В результате анализа решений, полученных при различных значениях безразмерного параметра q , нами обнаружено, что с ростом q количество связанных состояний уменьшается. Из формул (4) следует, что величины q и a линейно зависимы, и при увеличении q «ширина» потенциала (3) уменьшается.

На рисунке 1 приведены графики волновых функций $\psi(y)$ для состояний, которым соответствуют значения $n = 1, 2, 3$.

Анализируя графические изображения, приведенные на рисунке 1, заметим, что количество нулей волновой функции, соответствующей n -му состоянию, равно $n-1$.

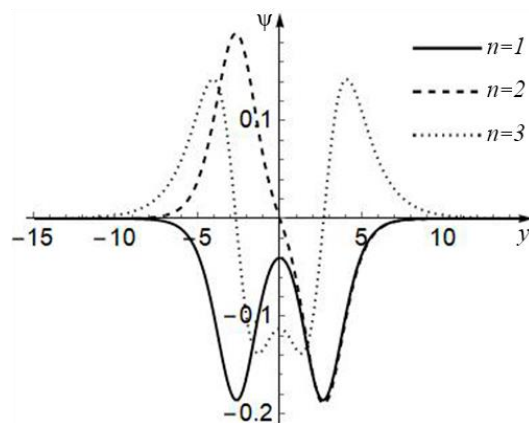


Рисунок 1 – Графики волновых функций $\psi(y)$

Таким образом, в данной работе получено численное решение одномерного дифференциального уравнения Шрёдингера с потенциалом гауссова типа, в частных случаях определены волновые функции и спектр энергий частицы для связанных состояний.

Литература

1. Гришечкин, Ю. А. Об одном приближенном аналитическом методе решения уравнения Шредингера с гауссовым потенциалом / Ю. А. Гришечкин, А. В. Павленко, В. Н. Капшай // Проблемы физики, математики и техники. – 2019. – № 4 (41). – С. 7–10.
2. Гришечкин, Ю. А. Приближенный аналитический метод решения уравнения Шредингера с гауссовым потенциалом в импульсном представлении / Ю. А. Гришечкин, А. В. Павленко // Проблемы физики, математики и техники. – 2020. – № 3 (44). – С. 18–21.
3. Кудряшов, В. В. Решение радиального уравнения Шредингера для потенциала Гаусса в модифицированном ВКБ-приближении / В. В. Кудряшов, А. В. Баран // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2013. – Т. 57. – № 5. – С. 43–48.
4. Павленко, А. В. Численное решение одномерного уравнения Шредингера в импульсном представлении для потенциала Гаусса / А. В. Павленко, Ю. А. Гришечкин // Актуальные вопросы физики и техники: материалы IX Республиканской конференции студентов, магистрантов, Гомель. – 2020. – Ч. 2. – С. 32–34.
5. Давыдов, А. С. Квантовая механика / А. С. Давыдов. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 699 с.
6. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 632 с.

А. В. Федорова, С. Н. Завалей, Е. В. Тарасюк
(МГПУ имени И. П. Шамякина, Мозырь)

Науч. рук. **В. В. Давыдовская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ФИЛАМЕНТАЦИЯ СИНГУЛЯРНОГО СВЕТОВОГО ПУЧКА В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ КЛАССА СИММЕТРИИ 4ММ

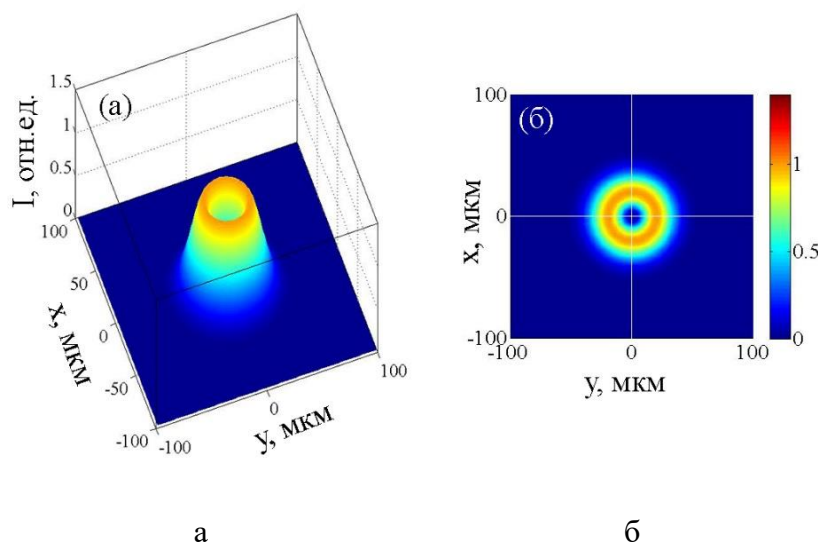
Актуальность использования квазисолитонных структур в фоторефрактивных кристаллах обусловлена развитием современных методов и устройств оптоэлектроники, требующих создания новых способов осуществления управляемой адресной локализации световых пучков.

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию пространственных солитонов так как в они способны передавать большие объёмы информации и распространяться практически без дифракционной расходимости и изменения формы светового пучка.

Разработка новых способов управления квазисолитонными сингулярными пучками с использованием фоторефрактивных кристаллов, установление механизмов, особенностей и закономерностей динамики преобразования вихревых пучков при их распространении и взаимодействии в средах с фоторефрактивной нелинейностью является актуальной задачей когерентной оптики [1].

Для моделирования распространения сингулярного пучка в кристалле SBN были использованы следующие параметры: $n_e = 2,33$, $r_{33} = 235$ пм/В, $\lambda = 0,6314$ мкм, $T = 295$ К [2, 3], использовалась модель сингулярного пучка, представленная в [4], характерный размер входного пучка $r_0 = 20$ мкм, топологический заряд пучка $m=1$.

Модуль напряжённости внешнего электрического поля, в которое помещён кристалл, равен $E_0 = 0.5$ кВ/см. Максимальное значение относительной интенсивности сингулярного светового пучка на входе в кристалл $I_{\max} = 1$ (рисунок 1).

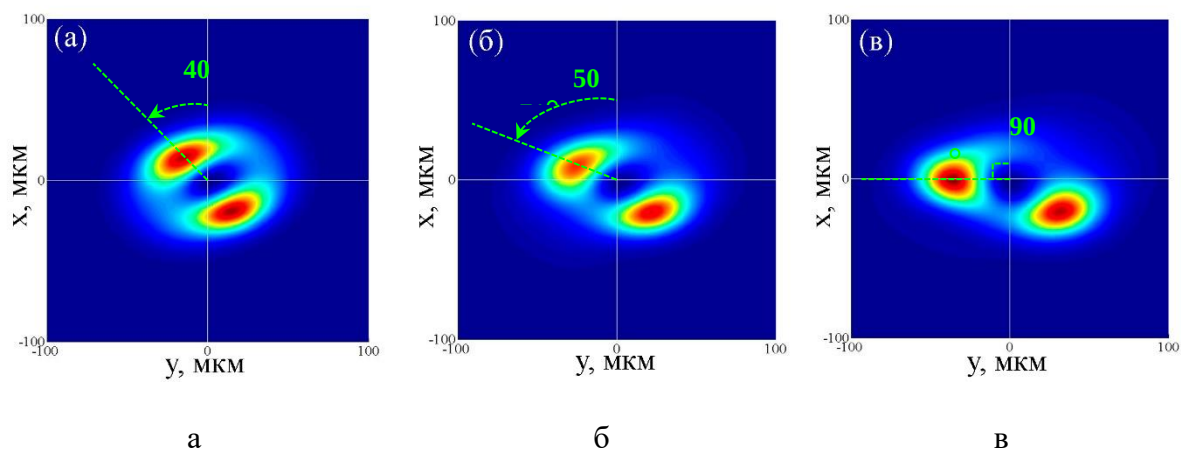


а – трехмерное модельное изображение зависимости $I(x,y)$;
б – распределение относительной интенсивности $I(x,y)$ в пучке при наблюдении навстречу оси z

Рисунок 1 – Вид вихревого пучка на входе в кристалл

При исследовании особенностей изменения светового поля по мере распространения сингулярного светового в фоторефрактивном кристалле SBN можно отметить образование двух независимых филаментов, с их дальнейших поворотом относительно оси пучка. При анализе угла поворота верхнего филамента, образовавшегося на оси ox , угол отсчитывался от данной оси против часовой стрелки.

При выбранных параметрах моделирования и толщине кристалла до 15 мм в значительной мере проявляется взаимодействие между образовавшимися филаментами (рисунок 2 (а,б)), это отражается на величине изменения, угла отклонения филамента, так для верхнего филамента при изменении толщины кристалла от 10 мм до 15 мм оно составило порядка 10° .

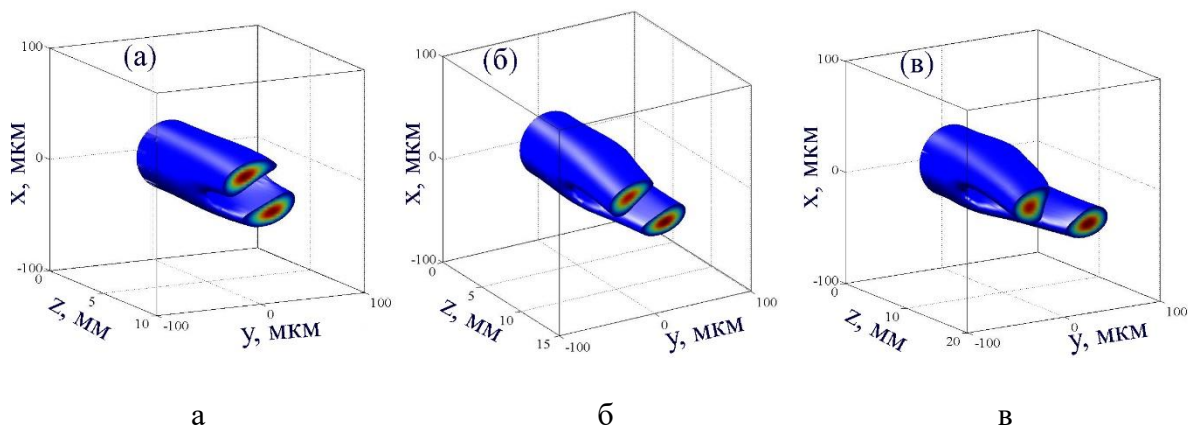


а – толщина кристалла SBN $z = 10$ мм; б – $z = 15$ мм; в – $z = 20$ мм

Рисунок 2 – Динамика распространения двумерного сингулярного пучка в фоторефрактивном кристалле SBN

При дальнейшем увеличении толщины кристалла расстоянием между филаментами увеличивается и степень их влияния друг на друга снижается, за счет этого степень поворота филамента увеличивается – при изменении толщины кристалла от 15 мм до 20 мм изменение угла поворота составило около 40° (рисунок 2 (в)).

Следует отметить, что при рассмотрении трехмерной модели распределения светового поля по толщине кристалла (рисунок 3 (а–в)) четкое формирование двух самостоятельных филаментов можно наблюдать при толщине кристалла превышающей 5 мм.



а – толщина кристалла SBN $z = 10$ мм; б – $z = 15$ мм; в – $z = 20$ мм

Рисунок 3 – Трехмерная модель

В работе представлены результаты теоретического изучения динамики распространения и распада двумерного оптического вихря в фоторефрактивном кристалле SBN, а также возможность использования его как волновода, выполненного на основе кристалла SBN, к которому приложено внешнее электрическое поле. Такой оптический вихрь способен управлять светлым пучком.

Литература

1. Mamaev, A. V. / A. V. Mamaev, M. Saffman, A. A. Zozulya // Phys. Rev. Lett. – 1996. – V. 77, № 22. – P. 4544–4547.
2. Ducharme, S. Electro-optic and Piezoelectric Measurements in Photorefractive Barium Titanate and Strontium Barium Niobate / S. Ducharme, J. Feinberg, R. R. Neurgaonkar // J. Quantum Electron. – 1987. – Vol. 23, № 12. – P. 2116–2121.
3. Weber, M. J. Handbook of optical materials / M. J. Weber. – Boca Raton :CRC Press, 2003. – 536 p.
4. Спектральное уширение фемтосекундных оптических вихрей при филаментации в плавленом кварце в условиях аномальной дисперсии групповой скорости / С. А. Шленов [и др.] // ЖЭТФ – 2021. – 159(3) – С. 400–408.

А. Н. Харлан

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Дей**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В МЕТОДЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Разработана программа для моделирования свойств реальных одноатомных (инертных) газов методом молекулярной динамики [1] в двумерной геометрии с использованием потенциала Леннарда-Джонса. В качестве среды разработки использовалась платформа Qt с визуализацией, реализованной через OpenGL и библиотеку QCustomPlot для графиков и анализа результатов.

Основная цель проекта заключалась в создании гибкой и производительной программы, способной наглядно демонстрировать физические явления и поведение частиц при взаимодействии. Для реализации были использованы подходы и технологии:

- C++ и Qt Framework: Приложение реализовано на C++ с использованием Qt, обеспечивающего эффективную работу с графикой и интерфейсами;
- физическая модель: Основу расчетов составляет модель Леннарда-Джонса, предназначенная для описания взаимодействий между нейтральными атомами или молекулами. Применялся алгоритм Velocity-Verlet для численного интегрирования уравнений движения, обеспечивающий стабильность и точность вычислений. Для поддержания заданной температуры и моделирования различных термодинамических условий был реализован термостат Андерсена, позволяющий эффективно контролировать температуру системы путём случайных перезапусков скоростей частиц;
- реализация CUDA [2]: В приложении предусмотрена опция выполнения расчётов на графическом процессоре (GPU) с использованием технологии CUDA, что значительно ускоряет вычисления для большого количества частиц;
- графический интерфейс и визуализация: Визуализация частиц реализована с помощью OpenGL, графики изменения энергии и температуры системы представлены через библиотеку QCustomPlot;

Программа позволяет задать параметры системы (рисунки 1, 2), выполнить численное решение дифференциальных уравнений движения молекул с учетом граничных условий, вычислить термодинамические и кинетические параметры вещества, графически отобразить моделируемую конфигурацию молекул на экране компьютера. В ходе вычислительного эксперимента строятся графики изменения кинетической, потенциальной и полной энергии системы молекул с течением времени, распределения частиц по скоростям, и функции радиального распределения частиц (рисунок 3).

В процессе реализации было выполнено тестирование и отладка приложения с целью обеспечения корректности и стабильности работы алгоритмов и визуализации. Был проведён анализ поведения системы при различных начальных условиях и параметрах, таких как количество частиц, плотность и температура, а также изучено влияние выбора граничных условий и термостатов на динамику частиц. Особое внимание уделялось плавности движения частиц и корректности их взаимодействий.

```

133 void MDSystem2D::integrate(double dt)
134 {
135     if (!canonical) {
136         // NVE (микрoканонический): классический Velocity-Verlet
137         for (int i = 0; i < N; ++i) {
138             vx[i] += 0.5 * fx[i] * dt; // полушаг для скорости
139             vy[i] += 0.5 * fy[i] * dt;
140             x[i] += vx[i] * dt; // полный шаг для позиции
141             y[i] += vy[i] * dt;
142         }
143         applyBoundaryConditions(); // периодика
144         calculateForces(); // пересчёт сил
145         for (int i = 0; i < N; ++i) {
146             vx[i] += 0.5 * fx[i] * dt; // второй полушаг для скорости
147             vy[i] += 0.5 * fy[i] * dt;
148         }
149     } else {
150         // --- NVT с термостатом Андерсена ---
151         // 1) Полный Velocity-Verlet
152         for (int i = 0; i < N; ++i) {
153             vx[i] += 0.5 * fx[i] * dt;
154             vy[i] += 0.5 * fy[i] * dt;
155             x[i] += vx[i] * dt;
156             y[i] += vy[i] * dt;
157         }
158         applyBoundaryConditions();
159         calculateForces();
160
161         for (int i = 0; i < N; ++i) {
162             vx[i] += 0.5 * fx[i] * dt;
163             vy[i] += 0.5 * fy[i] * dt;
164         }
165
166         // 2) Andersen thermostat: с вероятностью p_coll заменяем скорость
167         static std::mt19937 gen{ std::random_device{}() };
168         std::uniform_real_distribution<double> uni(0.0, 1.0);
169         std::normal_distribution<double> gauss(0.0, std::sqrt(T));
170
171         const double nu = 1.0; // частота «столкновений»
172         const double p_coll = 1.0 - std::exp(-nu * dt); // вероятность перезаписи за шаг dt
173
174         for (int i = 0; i < N; ++i) {
175             if (uni(gen) < p_coll) {
176                 vx[i] = gauss(gen);
177                 vy[i] = gauss(gen);
178             }
179         }
180
181         // 3) Обновляем кинетическую энергию
182         updateKineticEnergy();
183     }
184 }

```

Рисунок 1 – Программная реализация вычислений для микро- и макрoканонического ансамблей и термостата Андерсена

В процессе реализации были проведены эксперименты и анализ производительности приложения, подтвердившие эффективность использования CUDA для оптимизации вычислений. Был выявлен и подробно изучен эффект масштабирования скоростей частиц и влияние различных термостатов на устойчивость модели.

Выводы:

- реализованное программное обеспечение соответствует поставленным задачам по моделированию и визуализации молекулярной динамики;
- использование GPU-вычислений доказало существенное ускорение симуляции, особенно при росте числа частиц. Так использование вычислительных мощностей GPU позволяет реализовать обработку 10000 частиц (рисунок 3);
- приложение демонстрирует стабильную работу модели Леннарда-Джонса и алгоритма интегрирования Velocity-Verlet при различных условиях симуляции.

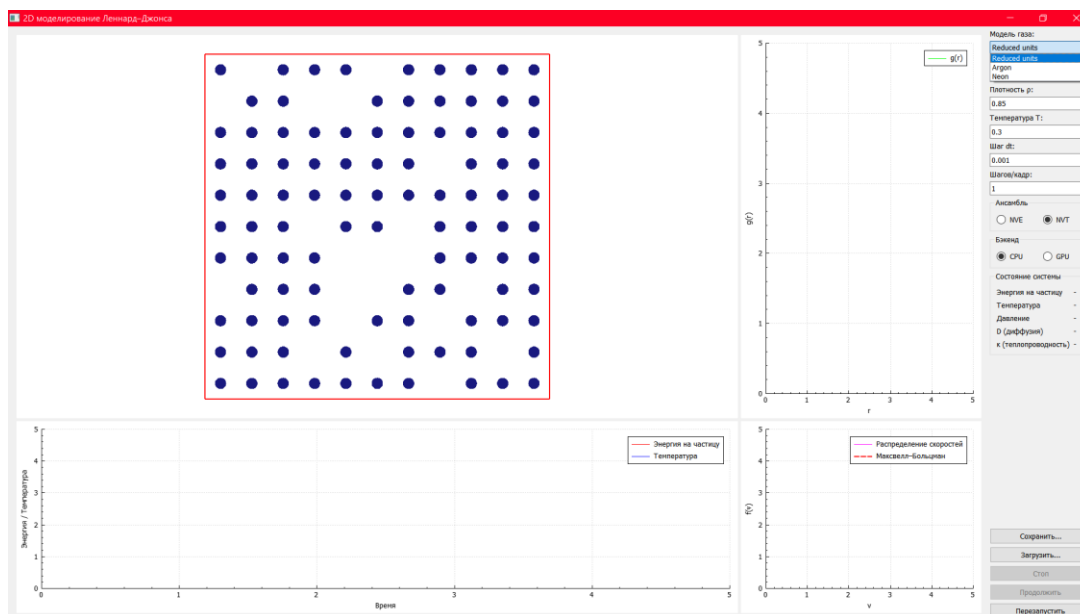


Рисунок 2 – Стартовое окно программы с открытым выбором модели газа

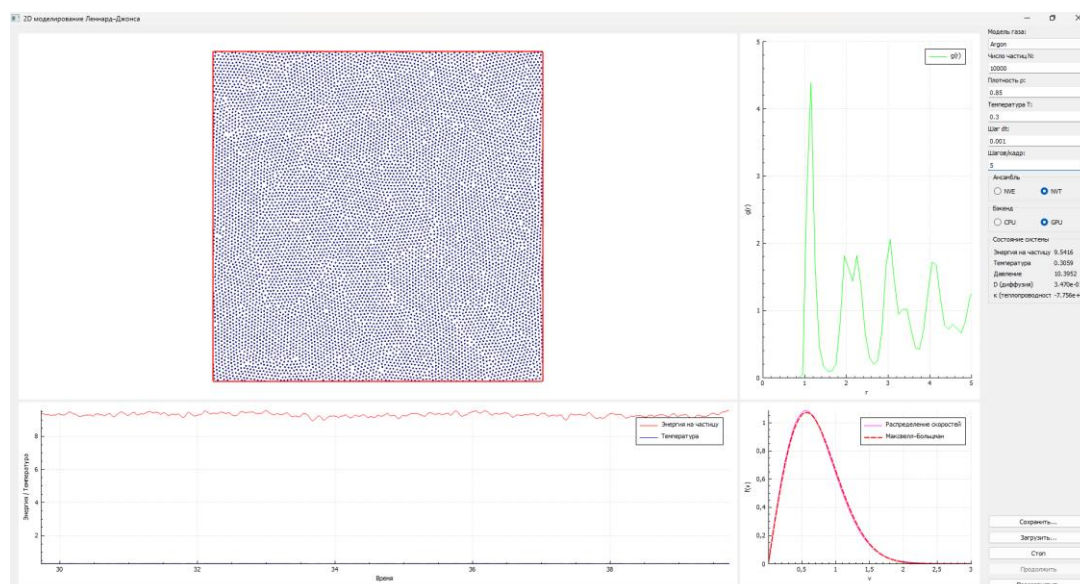


Рисунок 3 – Моделирование взаимодействия 10000 частиц газа аргона

Таким образом, разработанная программа позволяет методом вычислительного эксперимента исследовать свойства простых веществ и наблюдать движение моделируемых элементов на экране компьютера в двумерной геометрии, что может быть полезно для решения образовательных и исследовательских задач.

Литература

1. Ибрагимов, И. М. Основы компьютерного моделирования наносистем : учебное пособие / И. М. Ибрагимов, А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 384 с.
2. Сандерс, Дж. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров / Дж. Сандерс, Э. Кэндрот. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 232 с.

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ РАЗРАБОТКИ АРКАДНЫХ ИГР

Создание аркадных игр является сложным процессом, требующим тщательного проектирования и тестирования. Одним из ключевых аспектов является выбор игрового движка, который способен обеспечить необходимые инструменты для разработки. Unity является одним из наиболее популярных решений благодаря своему широкому функционалу и поддержке как 2D, так и 3D-графики [1–3]. Однако разработчики сталкиваются с рядом проблем, которые могут существенно повлиять на конечное качество игры. Одной из таких проблем является необходимость балансирования сложности игрового процесса. Аркадные игры должны быть одновременно простыми для освоения и достаточно сложными, чтобы удерживать внимание игрока на протяжении долгого времени.

Помимо сложности игрового процесса, важной задачей является оптимизация игры для различных устройств. Мобильные платформы предъявляют особые требования к производительности, поэтому разработчики должны учитывать объем загружаемых ресурсов, количество анимаций и уровень детализации графики. Низкая производительность может привести к снижению плавности игры, что отрицательно скажется на пользовательском опыте. Именно поэтому важно тщательно тестировать игру на различных устройствах и операционных системах, чтобы избежать неожиданных проблем во время эксплуатации.

Еще одним важным аспектом разработки аркадных игр является обеспечение кроссплатформенности. В современном мире пользователи играют на самых разных устройствах, включая смартфоны, планшеты и персональные компьютеры. Это означает, что игра должна корректно работать на всех этих платформах, сохраняя при этом удобный интерфейс и стабильную производительность. Разработка кроссплатформенных игр требует использования гибких инструментов и тщательного тестирования, чтобы обеспечить комфортный геймплей вне зависимости от устройства пользователя.

Для создания успешной аркадной игры необходимо продумать не только техническую сторону разработки, но и взаимодействие с игроком. Простота управления и интуитивно понятный интерфейс играют ключевую роль в удержании внимания пользователей. Если управление кажется неудобным или непредсказуемым, игроки могут быстро потерять интерес к игре. Поэтому важно уделить особое внимание отзывчивости игровых механик и удобству игрового процесса. Оптимальный баланс между сложностью и доступностью позволит создать увлекательный игровой процесс, который будет привлекать пользователей снова и снова.

Выбор технологий и инструментов разработки также играет важную роль. Unity предоставляет широкий набор возможностей для работы с физикой, анимацией и звуком, что делает его идеальным выбором для создания аркадных игр. В основе большинства таких проектов лежит клиент-серверная архитектура, где клиентская часть отвечает за визуализацию и управление, а серверная – за хранение данных и учет достижений пользователей. Такой подход позволяет обеспечивать стабильную работу игры, а также реализовывать многопользовательские функции при необходимости.

Главной целью разработки аркадных игр является создание захватывающего игрового процесса, который будет удерживать внимание пользователей на протяжении дол-

того времени. Чтобы добиться этого, разработчики тщательно прорабатывают механику, дизайн и оптимизацию. В результате успешные аркадные игры сочетают в себе простоту управления, динамичный геймплей и качественную графику. Это позволяет создать увлекательный продукт, который найдет свою аудиторию и станет популярным среди игроков.

Помимо технических аспектов, важную роль играет монетизация игры. Многие аркадные проекты распространяются по модели free-to-play, что подразумевает наличие внутриигровых покупок или рекламы. Разработчики должны учитывать баланс между возможностью заработка и комфортом пользователей. Слишком агрессивная монетизация может отпугнуть игроков, тогда как отсутствие доходных элементов затруднит дальнейшее развитие проекта. Важно найти оптимальный вариант, который позволит получать прибыль, не ухудшая впечатление от игры.

Дополнительное внимание следует уделить обновлениям и поддержке игры. После релиза важно регулярно выпускать исправления ошибок, добавлять новый контент и учитывать пожелания сообщества. Поддержка активного взаимодействия с игроками позволяет удерживать аудиторию и обеспечивать долгосрочный интерес к проекту. Многие успешные аркадные игры продолжают развиваться на протяжении многих лет благодаря активной поддержке разработчиков и постоянному обновлению контента.

Важным этапом разработки является тестирование. Перед выпуском игры необходимо тщательно проверить ее на ошибки, оптимизировать производительность и убедиться в корректной работе всех функций. Бета-тестирование с привлечением реальных пользователей помогает выявить скрытые проблемы и улучшить игровой процесс. Чем больше тестов проходит игра до выхода, тем выше вероятность, что пользователи получат качественный и стабильный продукт.

Разработка аркадных игр требует комплексного подхода, включающего техническую реализацию, балансировку игрового процесса, кроссплатформенность и поддержку проекта после релиза. Успешные игры сочетают в себе проработанный геймплей, интуитивное управление и качественную монетизацию. В результате грамотный подход к созданию аркадных игр позволяет разработчикам добиться успеха и завоевать широкую аудиторию игроков.

Для создания игры, подобной Flappy Bird, был выбран движок Unity, который позволяет эффективно интегрировать физику и анимации, что критически важно для реализации механик, таких как прыжок через движущиеся препятствия. На рисунке 1 показана физическая модель прыжка, где вертикальное перемещение описывается формулой $d_{vertical} = v_{jump} t + \frac{1}{2} a t^2$. Здесь v_{jump} – начальная скорость прыжка, a – ускорение (например, гравитация), а t – время. Горизонтальное перемещение препятствий ($d_{horizontal} = v_{floor} t$) и фиксированные промежутки между ними требуют точной синхронизации, что реализуется через инструменты Unity для работы с физикой.

Клиентская часть игры, отвечающая за визуализацию и управление, включает элементы, подобные показанным на рисунке 2. Этот экран обучения с подсказкой «ТАР» демонстрирует базовое управление, обеспечивая интуитивность и простоту, что соответствует философии доступности. Unity упрощает разработку таких интерфейсов благодаря встроенным компонентам UI.

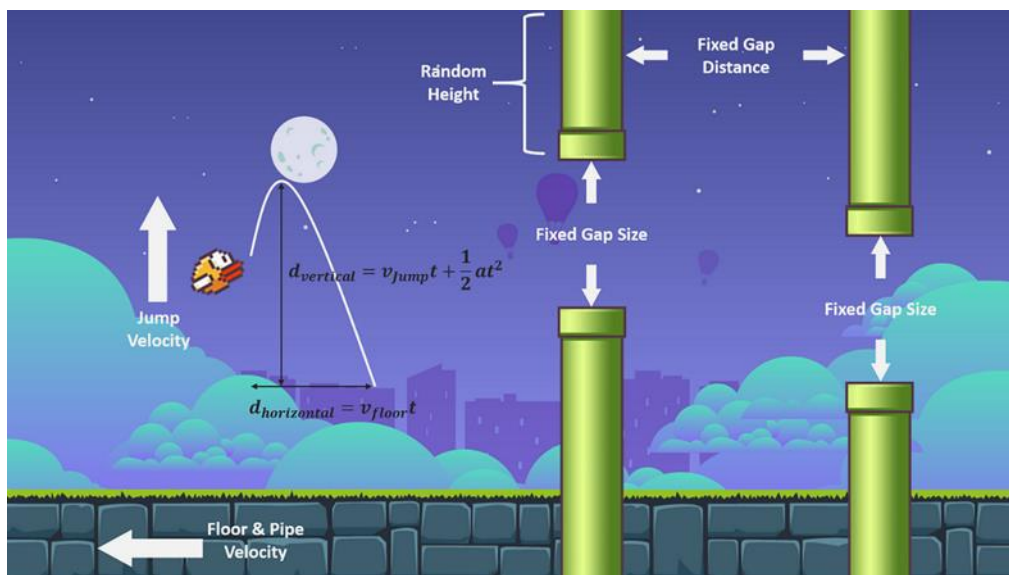


Рисунок 1 – Схема игровой логики

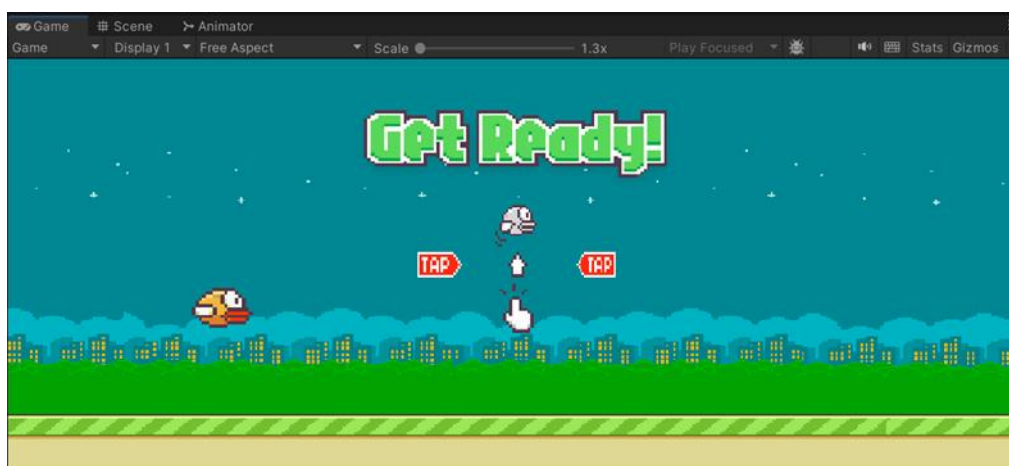


Рисунок 2 – Экран с правилами

Серверная часть, хранящая данные игроков (рекорды, достижения), также может быть интегрирована через Unity-сервисы, что подтверждается примерами из литературы [4–5]. Успешный баланс между клиентской отзывчивостью и серверной стабильностью обеспечивает плавный игровой цикл, удерживающий внимание пользователей. Главной философией разработанного приложения является обеспечение простоты и доступности игрового процесса. Простота управления и быстрый игровой цикл позволяют удерживать внимание потенциальных пользователей на протяжении долгого времени. Игра не требует от пользователя сложных действий или продолжительных объяснений, что делает её доступной для широкой аудитории.

Литература

1. Ферроне, Х. Изучаем C# через разработку игр на Unity / Х. Ферроне. – М., СПб. : БХВ, 2022. – 400 с.
2. Гриффитс, И. Програмируем на C# 8.0. Разработка приложений / И. Гриффитс. – М., СПб. : БХВ, 2021. – 994 с.

3. Васильев, А. Программирование на C# для начинающих. Основные сведения / А. Васильев. – М., СПб. : БХВ, 2022. – 592 с.
4. Тикоски, С. Современная разработка игр на Unity / С. Тикоски. – М., СПб. : БХВ, 2024. – 496 с.
5. Хокинг, Дж. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Дж. Хокинг. – М., СПб. : БХВ, 2019. – 336 с.

Я. С. Черепко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. А. Лукашевич**, ст. преподаватель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОМОДУЛЬНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ UML-ДИАГРАММ КЛАССОВ

UML диаграмма классов – структурная диаграмма, демонстрирующая структуру иерархии классов системы, их коопераций, атрибутов, методов и взаимодействий между ними.

Подход с использованием UML диаграмм крайне эффективен, на практике зачастую трудно спроектировать систему связей без согласованной в команде структурированной схемы, uml диаграмма помогает решить эту проблему, понятный интерфейс, наглядная демонстрация взаимодействий между классами и интерфейсами, интуитивно понятный функционал, возможность указать типы данных полей и методы для конкретного класса являются решающим фактором в реализации структуры иерархии для будущего проекта.

UML диаграмму можно, как перенести в программный код, так и в структурированный язык запросов, что значительно облегчает создание баз данных и понимание концепции проекта для всех отделов команды.

Как упоминалось в предыдущей статье: большой интерес представляет проектирование и внедрение программных решений в среде MySQL. Часто встречаются ситуации, когда разработка таблиц и связей в базе данных затруднена по причине отсутствия понимания, какие типы связей расставлять, хватает ли текущих таблиц для дальнейшего деплоя или нужно добавить больше, UML помогает решить эти вопросы.

В качестве демонстрации возможности использования uml диаграммы как схемы для проекта на MySQL создадим новую диаграмму классов в бесплатном редакторе Visual Paradigm (рисунок 1).

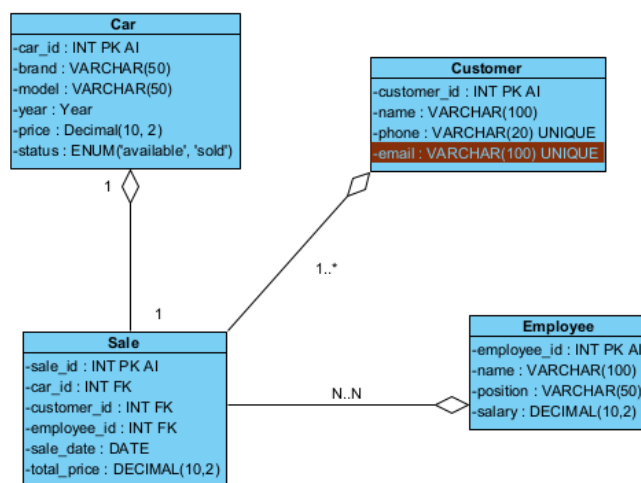


Рисунок 1 – Пример создания диаграммы в Visual Paradigm

Далее при помощи запросов реализуем содержимое диаграммы в среде MySQL (рисунки 2, 3).

```
CREATE DATABASE car_dealership;
USE car_dealership;
CREATE TABLE Car (
    car_id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    brand VARCHAR(50) NOT NULL,
    model VARCHAR(50) NOT NULL,
    year YEAR NOT NULL,
    price DECIMAL(10,2) NOT NULL
);
CREATE TABLE Customer (
    customer_id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(100) NOT NULL,
    phone VARCHAR(20) UNIQUE NOT NULL,
    email VARCHAR(100) UNIQUE NOT NULL
);
CREATE TABLE Employee (
    employee_id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(100) NOT NULL,
    position VARCHAR(50) NOT NULL,
    salary DECIMAL(10,2) NOT NULL
);
CREATE TABLE Sale (
    sale_id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    car_id INT NOT NULL,
    customer_id INT NOT NULL,
    employee_id INT NOT NULL,
    sale_date DATE NOT NULL,
    total_price DECIMAL(10,2) NOT NULL,
    FOREIGN KEY (car_id) REFERENCES Car(car_id),
    FOREIGN KEY (customer_id) REFERENCES Customer(customer_id),
    FOREIGN KEY (employee_id) REFERENCES Employee(employee_id)
);
```

Рисунок 2 – Создание таблиц в MySQL Workbench

Таким образом мы реализовали программное решение uml диаграммы классов с использованием среды MySQL

```
SHOW COLUMNS FROM Car;
SHOW COLUMNS FROM Customer;
SHOW COLUMNS FROM Employee;
SHOW COLUMNS FROM Sale;
```

sale_id	int	NO	PRI	NULL	auto_increment
car_id	int	NO	MUL	NULL	
customer_id	int	NO	MUL	NULL	
employee_id	int	NO	MUL	NULL	
sale_date	date	NO		NULL	
total_price	decimal(10,2)	NO		NULL	

Рисунок 3 – Вызов таблиц и информация о полях

В результате мы имеем полностью рабочую базу данных, полученную в результате проектирования диаграммы структуры иерархии классов.

Литература

1. Картик, А. Книга по MySQL 8: Более 150 рецептов для высокопроизводительного запроса к базе данных и администрирования / А. Картик, М. Чинтан, Э. Поллак. – 2021. – 632 с.
2. Комо, Э. MySQL объясненный: Ваш пошаговый гид по проектированию баз данных / Э. Комо. – 2019. – 374 с.
3. Ткаченко, В. Высокопроизводительный MySQL: Оптимизация, резервное копирование и репликация / В. Ткаченко, Ш. Барон, П. Зайцев. – 2018. – 826 с.
4. МакЛафлин, М. MySQL Workbench: Моделирование данных и разработка / М. МакЛафлин, 2020. – 332 с.

М. В. Шиммель

(БелГУТ, Гомель)

Науч. рук. **Н. А. Ахраменко**, канд. техн. наук, доцент

РЕАКЦИЯ ДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЯДЕР

Радиоактивное деление тяжелых атомных ядер – это уникальный вид ядерных преобразований. К таким ядрам относятся элементы, находящиеся в нижней части таблицы Менделеева, например, уран. В процессе ядерного деления тяжелое ядро, подвергаясь воздействию нейтронов или иных частиц, распадается на ряд более легких ядер – фрагментов, обычно на два осколка примерно сопоставимой массы [1].

Как правило, расщепление происходит на неравные фрагменты. Количество более крупного осколка обычно находится в диапазоне 135-145 атомных единиц массы, а меньшего – в пределах 90-100. Нейтроны обладают значительной массой (намного большей массы электрона) и при этом не имеют электрического заряда. Благодаря этому они способны приближаться к ядру-мишени даже при очень низкой скорости. Попав в зону действия ядерных сил притяжения, нейтрон проникает внутрь ядра. Обстрел α -частицами или протонами малоэффективен из-за сильного электростатического отталкивания со стороны ядра.

Характерной чертой расщепления ядер является то, что этот процесс сопровождается выбросом двух или трех дополнительных нейтронов, известных как нейтроны деления. Например, при делении ядра урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ может произойти реакция, в которой высвобождаются три таких нейтрона [1]



В ядрах средней массы, входящих в периодическую таблицу, соотношение числа нейтронов к числу протонов примерно равно единице ($N / Z \approx 1$). Для тяжелых ядер это соотношение значительно выше ($N / Z \approx 1,6$). В образовавшихся при делении осколках наблюдается избыток нейтронов, что и обуславливает их излучение нейтронов деления. Однако это излучение не полностью устраняет избыток нейтронов в ядрах-осколках, что делает их радиоактивными. В среднем, на каждый акт деления приходится около 2,5 испущенных нейтронов. Их энергия варьируется от 0 до 7 МэВ, при этом средняя энергия одного нейтрона составляет примерно 2 МэВ.

Ядерные реакции деления тяжелых ядер сопровождаются выделением огромного количества энергии. Удельная энергия связи для ядер средней массы составляет около 8,7 МэВ на нуклон, а для тяжелых ядер – 7,6. Следовательно, при делении тяжелого ядра

на два осколка должно высвобождаться примерно 1,1 МэВ энергии на каждый нуклон. Экспериментальные данные подтверждают, что при каждом акте деления выделяется колоссальная энергия, которая распределяется между осколками, нейтронами деления и продуктами последующего распада этих осколков. Несмотря на различные потери, высвобождаемая при этом энергия значительно превышает ту, что получается в ходе химических процессов окисления, например, при сжигании топлива.

Теория расщепления атомных ядер основывается на так называемой капельной модели ядра. Согласно этой модели, ядро представляется как капля, состоящая из заряженной несжимаемой жидкости с плотностью, соответствующей ядерной. Когда в ядро попадает нейтрон, его компоненты начинают колебаться, что в итоге приводит к расколу ядра на две части. Эти фрагменты разлетаются с колоссальной скоростью, обладая при этом значительной кинетической энергией.

Высвобождаемые при делении ядра вторичные нейтроны способны инициировать новые акты расщепления, что открывает возможность для протекания цепной реакции. Цепная реакция деления – это ядерный процесс, при котором частицы, вызывающие его, образуются в качестве продуктов реакции. Так как деление ядер запускается нейтронами, а в результате деления вновь образуются нейтроны, начавшийся с одного нейтрона процесс может перерасти в цепную реакцию, когда за одним делением следует другое и так далее.

Интенсивность цепной реакции деления определяется коэффициентом размножения k нейтронов. Этот коэффициент представляет собой отношение количества нейтронов в текущем поколении к их числу в предыдущем. Для поддержания и развития цепной реакции необходимо, чтобы этот коэффициент был больше единицы. При $k > 1$ реакция развивается, число делений постоянно увеличивается, и она может стать взрывной. При $k = 1$ реакция самоподдерживается, при этом количество нейтронов со временем остается неизменным. При $k < 1$ реакция затухает.

Не все вторичные нейтроны, образующиеся при делении, вызывают дальнейшее расщепление ядер, поскольку часть из них покидает активную зону до того, как будет захвачена ядром. Кроме того, часть нейтронов поглощается ядрами примесей, не подвергающихся делению, которые всегда присутствуют в активной зоне. Все эти факторы приводят к снижению коэффициента размножения.

На коэффициент размножения также влияет тип делящегося вещества, размеры и форма активной зоны. Размеры активной зоны, при которых становится возможной цепная реакция, именуются критическими размерами. Минимальное количество делящегося вещества, размещенного в системе критических размеров и необходимого для поддержания цепной реакции, называется критической массой.

Важную роль в ядерной энергетике играет не только инициирование цепной реакции деления, но и ее контроль. Установки, в которых происходит и поддерживается управляемая цепная реакция деления, называются ядерными реакторами. Первый в мире реактор был запущен в 1942 году в Чикагском университете под руководством Э. Ферми, а в Москве – в 1946 году под руководством И. В. Курчатова. Ядерный реактор представляет собой мощный источник проникающей радиации (нейтроны, гамма-излучение). Поэтому каждый реактор оборудован защитной системой, включающей экраны из специальных материалов, таких как бетон, свинец и вода.

Первоначально ядерная энергия была применена в мирных целях в Советском Союзе. Под руководством И.В. Курчатова в Обнинске в 1954 году была введена в эксплуатацию первая в мире атомная электростанция мощностью 5 МВт. Разработка ядерных реакторов способствовала внедрению ядерной энергии в промышленность. Запасы ядерного топлива в рудах значительно превышают запасы традиционных видов химического топлива.

Литература

1. Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 17-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 560 с.

М. В. Яснюк, А. В. Шах
(БарГУ, Барановичи)

АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОМОБИЛЬНОГО ГЛУШИТЕЛЯ

Автомобильные глушители – неотъемлемая часть системы выхлопа любого современного автомобиля. Их основная функция – снижение уровня шума, который возникает в процессе работы двигателя и выхода выхлопных газов. Эффективность глушителей критически важна не только для соблюдения экологических стандартов и норм, но и для обеспечения комфорта как водителей, так и окружающих [1].

Целью данного исследования является моделирование автомобильного глушителя и проведение акустического расчета звуковых потерь.

Большинство современных автомобилей оснащается четырехтактными двигателями, работающими на бензине (газу) или дизельном топливе. Выход продуктов сгорания из цилиндров осуществляется в процессе такта выпуска через соответствующие клапана. Перегретые газы попадают в систему выпуска, в которой происходит снижение температуры и уменьшение уровня шума. Если рассмотреть устройство глушителя автомобиля в разрезе (рисунок 1), то мы увидим, что этот конструктивный узел состоит из следующих элементов:

- корпус;
- впускная труба;
- отражающие камеры;
- интерференционные элементы;
- поглотители;
- выпускная труба.

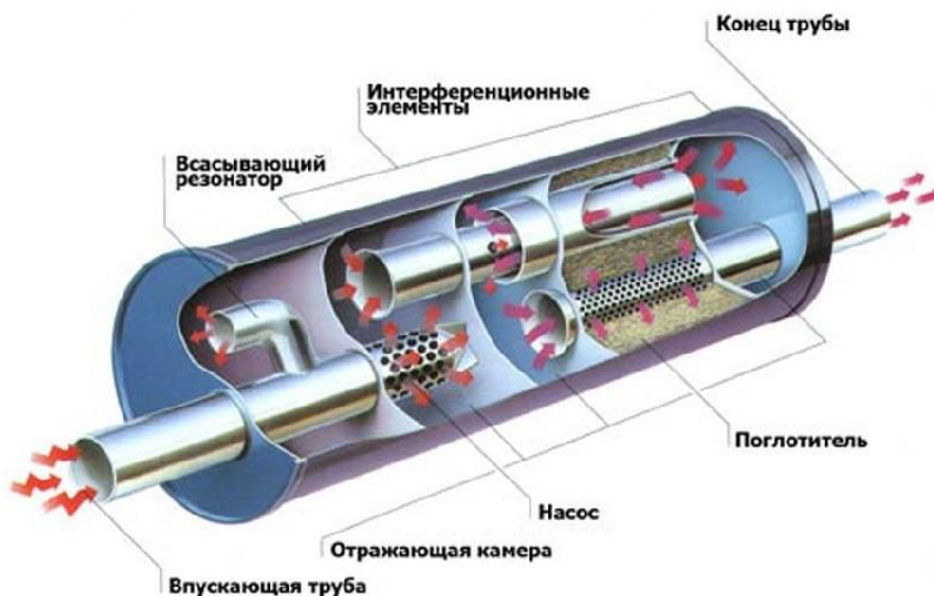


Рисунок 1 – Глушитель в разрезе

В данном исследовании был использован программный модуль Ansys Fluent для моделирования поведения газов внутри глушителя, а также инструмент для анализа акустических свойств материалов и конструкций Ansys Harmonic Acoustics. Программный модуль Ansys Fluent имеет широкий спектр возможностей моделирования течений жидкостей и газов для промышленных задач с учетом турбулентности, теплообмена, химических реакций.

Ansys – это программный комплекс, основанный на методе конечных элементов и предназначенный для автоматизированного инженерного анализа во многих отраслях техники (строительство, машиностроение, транспорт, авиация, космонавтика), а также в таких областях как механика жидкости и газа, механика деформируемого твердого тела, теплопередача и электромагнетизм [2].

Во Fluent моделируют такие задачи как, горение в печах, течение внутри барботажной колонны, внешнее обтекание нефтедобывающих платформ, течение в кровеносной системе, конвективное охлаждение сборки полупроводника, вентиляция в помещениях, моделирование промышленных стоков. Специализированные модели горения, аэроакустики, вращающихся/неподвижных расчетных областей, многофазных течений серьезно расширяют области применения базового продукта [3].

Ansys Harmonic Acoustics – это специализированный инструмент для анализа акустических свойств материалов и конструкций. Он позволяет моделировать и анализировать акустические поля, включая распространение звука в различных средах и структурах. Harmonic Acoustics используется для проектирования и оптимизации акустических систем, таких как автомобильные салоны, здания и музыкальные инструменты. Программа предлагает возможности для моделирования звуковых волн в трех измерениях и анализа их взаимодействия с различными материалами и структурами.

Модель в разрезе представлена на рисунке 2. На нем четко видно, какая структура глушителя. В данном случае был смоделирован комбинированный глушитель с двумя резонирующими трубками и тремя перегородками.

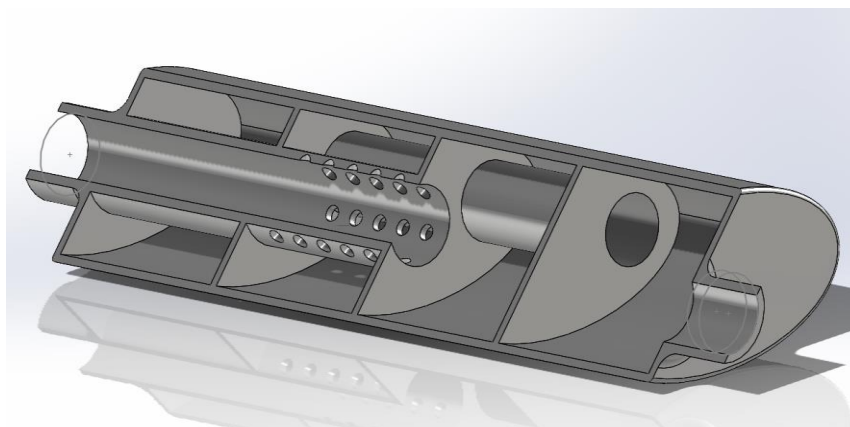


Рисунок 2 – Модель глушителя в разрезе

Моделирование поведения газов (углекислый газ и азот) внутри глушителя представлено на рисунке 3.

В процессе изготовления глушителя используются различные комбинации технологий, включая акустические зеркала для отражения и поглощения звуковых волн. Эти элементы позволяют создать эффективную систему, которая снижает уровень шума. На рисунке отражено, как ведут себя акустические волны, отражаясь от перегородок, теряя свою скорость и, соответственно, рассеиваясь по всей площади, а резонирующие трубки при этом выравнивают перепады давления и снижают температуру газов.

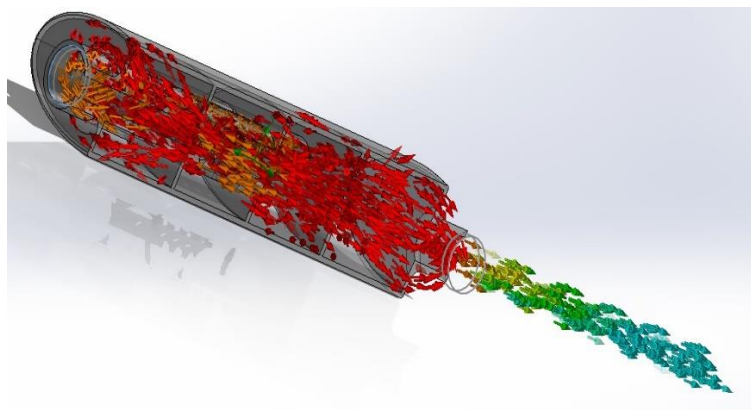


Рисунок 3 – Моделирование движения газов внутри глушителя

Акустический расчет потерь шума автомобильного глушителя в диапазоне частот от 0 до 2000 Гц, скорость звука 5 м/с (рисунок 4).

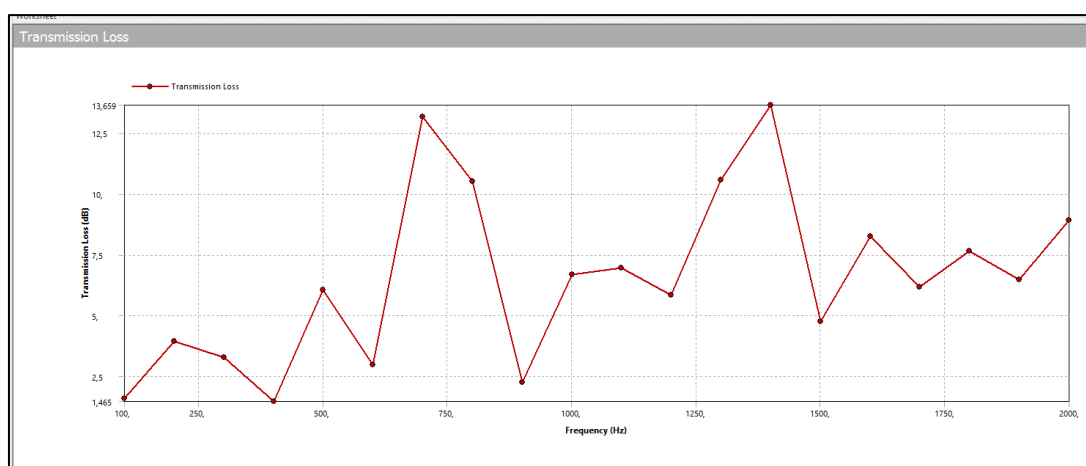


Рисунок 4 – График потерь шума

В результате выполнения данного исследования был проведен акустический расчет автомобильного глушителя в Ansys с использованием инструмента для акустического анализа Harmonic Acoustics, а также благодаря возможностям инженерного пакета SolidWorks и его инструмента Flow Simulation [4] было смоделировано и продемонстрировано поведение углекислого газа и азота внутри автомобильного глушителя.

В результате акустического расчета можно сделать вывод, что анализируемый автомобильный глушитель корректно выполняет свою функцию.

Литература

1. Автомобильные глушители [Сайт]. – 2025. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomobilnye-glushiteli-sovremennye-trebovaniya-tendentsii-razvitiya-metody-rascheta-i-ispytaniy> (дата обращения: 24.03.2025).
2. Миколайчук, Н. С. Моделирование ударного воздействия в САЕ-системе ANSYS AUTODYN / Н. С. Миколайчук, А. В. Шах // Новатор-2021 : материалы III Баранович. науч.-образоват. форума, Барановичи, 14 окт. 2021 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Климук (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи : БарГУ, 2021. – С. 313–316.

3. Инженерный пакет Ansys [Сайт]. – 2025. – URL: <https://moluch.ru/archive/225/52800> (дата обращения 24.03.2025).

4. Нерода, М. В. Компьютерное моделирование гидравлического удара в элементах трубопровода / М. В. Нерода, О. И. Наранович, А. В. Шах // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Машиностроение. – 2015. – № 4. – С. 22–25.

V. U. Novikava

(F. Skorina GSU, Gomel)

Scientific adviser **G. Yu. Tyumenkov**, PhD, Associate Professor

JOULE-THOMSON EXPANSION: CHARGED ANTI-DE SITTER BLACK HOLE AND DIETERICI II FLUID

The papers of Bekenstein, Hawking and Page [1–3] are the basis of black hole thermodynamics. The presence of electric charge in the latter [4] revealed an analogy between the phase diagrams of black holes and van der Waals liquids. In the last ten years, the emphasis has been on the analysis of the behavior of black holes and real liquids [5], within the framework of the Joule-Thomson process [6]. In this paper, we will consider and qualitatively compare the Joule-Thomson processes in a charged AdS black hole and a Dieterici II liquid.

In the Joule-Thomson process, a substance with enthalpy $H = \text{const}$ moves from a region of high pressure to a region of lower pressure, which is accompanied by a change in its temperature. The effect at $dT < 0$ is positive, at $dT > 0$ is negative. The derivative describing the process has the form, where the sign of λ coincides with the sign of the effect

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H = -\frac{\lambda}{c_p} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T, \quad \lambda = V \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T + T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V, \quad (1)$$

The spacetime geometry of a charged AdS (anti-de Sitter) black hole is determined by the metric

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + f^{-1}(r)dr^2 + r^2 d\Omega^2,$$

where $G = \hbar = k_B = c = 1$, $d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2(\theta)d\varphi^2$ and the function $f(r)$ is written as

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} + \frac{Q^2}{r^2} + \frac{r^2}{l^2}. \quad (2)$$

In (2) l , M and Q are the anti-de Sitter radius, mass and charge of the black hole. In this case, the radius of the event horizon is found as the largest root of equation (2) at $f(r_+) = 0$. The mass of the black hole in our case is considered as enthalpy H [7] and has the form

$$M = \frac{r_+}{2} \left(1 + \frac{Q^2}{r_+^2} + \frac{r_+^2}{l^2} \right). \quad (3)$$

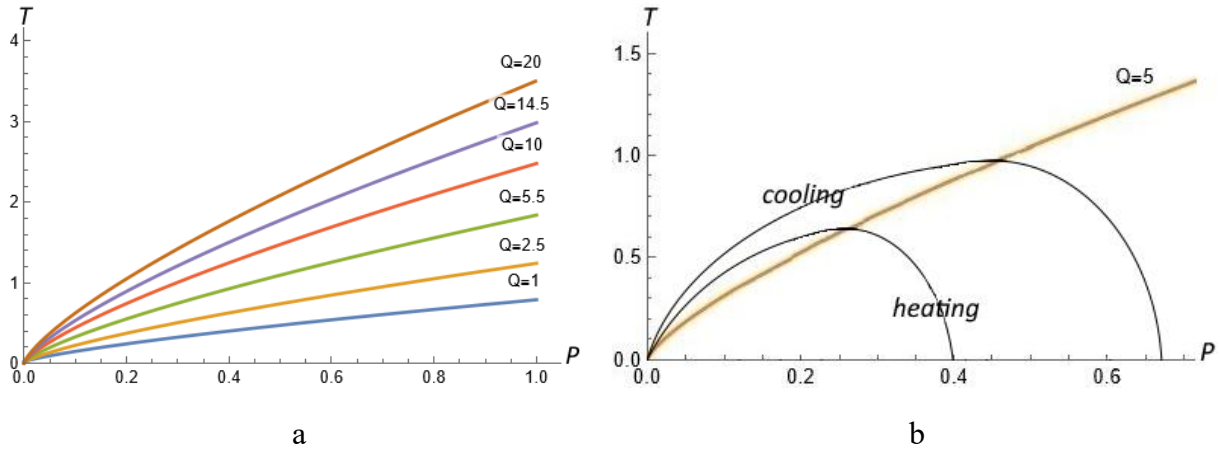
The above leads to the equation of state (ES) in the form $P = P(V, T; Q)$

$$P = \frac{T}{2r_+} - \frac{1}{8\pi r_+^2} + \frac{Q^2}{8\pi r_+^4}, \quad r_+ = \left(\frac{3V}{4\pi} \right)^{1/3},$$

which, together with (1), defines a family of inversion curves parameterized by the charge Q , and the regions of positive and negative effects correspond to the sign of λ , but in this case it is more convenient to determine them based on the behavior of isenthalpic curves (3)

$$T_i = \frac{\sqrt{P_i} \left(1 + 16\pi P_i Q^2 - \sqrt{1 + 24\pi P_i Q^2} \right)}{\sqrt{2\pi} \left(-1 + \sqrt{1 + 24\pi P_i Q^2} \right)^{3/2}}. \quad (4)$$

Figure 1 shows: a family of inversion curves for different values of charge Q (a); cooling and heating zones with isenthalpic curves (b).



a – with $Q = 1; 2,5; 5,5; 10; 14,5; 20$;
b – with $Q = 5$, cooling and heating regions and isenthalpic curves

Figure 1 – Inversion curves of a charged AdS black hole ($a = b = k_B = 1$, following [5])

For the Dieterici II liquid, the ES with $v = V/N$, where N – the number of particles, is written as

$$P = \frac{k_B T}{v-b} - \frac{a}{v^{5/3}}. \quad (5)$$

The ES (5) and definition (1) give an explicit form of the process parameter

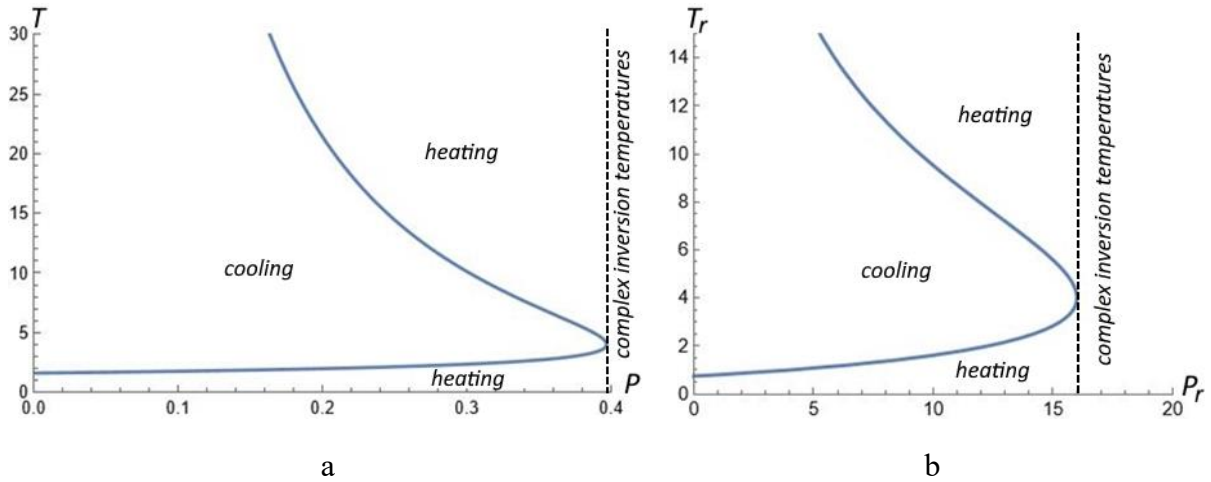
$$\lambda = \frac{5a}{3v^{5/3}} - \frac{k_B T b}{(v-b)^2},$$

which, under the condition of inversion $\lambda = 0$ and $T = T_i$, leads to a system of equations for the inversion temperature

$$T_i = \frac{5a}{3k_B b} \frac{(v-b)^2}{v^{5/3}}; \quad T_i = \left(P + \frac{a}{v^{5/3}} \right) (v-b) \frac{1}{k_B}. \quad (6)$$

System (6) does not allow one to obtain an explicit analytical expression $T_i = T_i(P)$ for the inversion curve, but its graphical form, shown in Figure 2 (a), is easy to determine. The cooling and heating regions are also indicated, which are obvious from the condition $\lambda_{T \rightarrow \infty} < 0$. Also assumed, following [4], that $k_B = a = b = 1$. In the paper [8], an inversion curve for the Dieterici equation II was obtained in terms of the reduced variables. It is shown in Figure 2 (b). In this case, the system of equations for the inversion curve is the next

$$T_{i,r} = \frac{4(4V_r - 1)^2}{9V_r^{5/3}}; \quad T_{i,r} = \frac{1}{15} \left(P_r + \frac{4}{V_r^{5/3}} \right) (4V_r - 1).$$



a – from equations (6) under condition $a = b = k_B = 1$;
b – reduced form, following [8]

Figure 2 – Inversion curve for Dieterici II fluid

The inversion curves obtained in the work allow only qualitative assessments of the similarity of the behavior of the objects under study due to the special scaling of the scales, for example $a = b = k_B = 1$, according to [5]. However, it is clear that the regions of the positive effect have significant overlapping areas at certain values of Q , which indicates an analogy not only between the phase diagrams of black holes and van der Waals liquids [4], but also between the behavior of charged AdS black holes and Dieterici II liquids during Joule-Thomson expansion.

Literature

1. Bekenstein, J. D. Black holes and the second law / J. D. Bekenstein // Lett. Nuovo Cimento. – 1972. – V. 4. – P. 737–740.
2. Hawking, S. W. Black hole explosions? / S. W. Hawking // Nature. – 1974. – V. 248. – P. 30–31.
3. Hawking, S.W. Thermodynamics of black holes in anti-de Sitter space / S. W. Hawking, D. N. Page // Commun. Math. Phys. – 1983. – V. 87. – P. 577–588.
4. Chamblin, A. Charged AdS black holes and catastrophic holography / A. Chamblin, R. Emparan, C. V. Johnson, R. C. Myers // Phys. Rev. D. – 1999. – V.60. – P. 064018.
5. Ökcü, Ö. Joule-Thomson expansion of the charged AdS black holes / Ö. Ökcü, E. Aydiner // Eur. Phys. J. C. – 2017. – V.77. – Art. N. 24. – P. 1–7.

6. Rumer, Yu. B. Thermodynamics, statistical physics and kinetics / Yu. B. Rumer, M. Sh. Ryvkin. – Novosibirsk : NSU, 2000. – 608 p. (in Russian)
7. Kastor, D. Enthalpy and the Mechanics of AdS Black Holes / D. Kastor, S. Ray, J. Traschen // Class. Quantum Gravity. – 2009. – V. 26. – P. 195011.
8. Tyumenkov, G. Yu. On some parameters and isenthalpic cooling of Dieterici II gases / G. Yu. Tyumenkov, E. A. Dey, V. U. Tarnavskaya // Emergencies: Education and Science. – 2011. – V.6. – N 1. – P. 135–140. (in Russian)

Секция 3 «Автоматизация исследований»

Председатели:

Воружев Андрей Валерьевич, канд. техн. наук, доцент.

Бычков Павел Валерьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

М. О. Адинцов, Е. В. Рафалова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

ОДНОПОТОЧНАЯ МОДЕЛЬ OPENGL КАК ОГРАНИЧИВАЮЩИЙ ФАКТОР ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

OpenGL (Open Graphics Library) является устаревшим графическим API, разработанным в 1990-х годах. Несмотря на его важную роль в развитии компьютерной графики, архитектура OpenGL не соответствует современным требованиям к производительности и функциональности.

Основной недостаток OpenGL заключается в том, что она ориентирована на однопоточное выполнение операций [1], что ограничивает возможности использования многопоточной обработки, которое становится стандартом для современных графических библиотек, таких как Vulkan или DirectX 12.

В качестве примера указанного недостатка можно рассмотреть игру Minecraft версии 1.12.2 с установленной модификацией HBM's NTM Extended Edition. На скриншоте, представленном на рисунке 1, отображён F3-экран отладки, который демонстрирует производительность игры и её взаимодействие с OpenGL.



Рисунок 1 – Отладочная информация Minecraft 1.12.2 с модификацией HBM's Nuclear Tech Mod Extended Edition

На изображении заметно, что игра работает с низкой частотой кадров (24/13 FPS). Это связано с однопоточной архитектурой OpenGL, где все графические операции выполняются в основном потоке приложения. При высокой загрузке, вызванной сложными модификациями, такими как HBM's NTM, однопоточная обработка становится узким местом в производительности.

Кроме того, отладочная информация показывает отсутствие обновления чанков (0 chunk updates), что свидетельствует о значительных ограничениях при обработке данных. Система, использующая OpenGL, не может эффективно распределять задачи между потоками, что приводит к снижению общей производительности игры в данной конфигурации.

Этот пример хорошо иллюстрирует недостатки OpenGL, связанные с невозможностью эффективного использования многопоточности в современных графических

приложениях, где требуется обработка больших объёмов данных. Переход к более современным API, таким как Vulkan, может решить эту проблему, предоставив возможность распределения графических задач между несколькими потоками.

Литература

1. Microsoft Learn. Multithread OpenGL Drawing Strategies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/opengl/multithread-opengl-drawing-strategies>. – Дата доступа: 22.03.2025.

М. О. Адинцов, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

СЛИЯНИЕ ACTIVISION BLIZZARD И MICROSOFT: НОВЫЙ ЭТАП В ИГРОВОЙ ИНДУСТРИИ

13 октября 2023 года Microsoft завершила крупнейшую сделку в истории игровой индустрии, приобретя Activision Blizzard за 75,4 миллиарда долларов [1]. Это слияние объединило две мощные компании, что открыло новые возможности для развития игр и технологий.

В результате сделки произошло расширение портфолио Microsoft, в последствии чего компания получила права на такие культовые франшизы, как Call of Duty, Warcraft, Diablo, Overwatch и Candy Crush [1]. Также произошло укрепление позиции Microsoft на рынке: компания стала третьей по величине игровой компанией в мире по доходам, уступая только Tensent и Sony. Однако после одобрения приобретения акционерами слияние было рассмотрено несколькими национальными антимонопольными органами, при этом предварительные одобрения были предоставлены, среди прочего, Европейской комиссией и Государственным управлением по регулированию рынка Китая (SAMR). Федеральная торговая комиссия США (FTC) и Управление по конкуренции и рынкам Соединенного Королевства (CMA) официально оспорили это приобретение. Sony также раскритиковала слияние, выразив обеспокоенность тем, что Microsoft сделает прибыльную франшизу Call of Duty эксклюзивной для платформы Xbox, на что Microsoft обязалась сохранить доступность игр Activision Blizzard на различных платформах, включая PlayStation, как минимум до 2033 года [1].

Сделка обещает ускорить развитие облачных технологий и расширить доступ к играм для игроков по всему миру. Однако сделка вызвала опасения у регуляторов и конкурентов, таких как Sony, из-за возможного монополизма [1]. Чтобы удовлетворить требования антимонопольных органов, Microsoft передала права на облачный гейминг игр Activision Blizzard компании Ubisoft на 10 лет [1].

Слияние Activision Blizzard и Microsoft знаменует собой важный шаг в развитии игровой индустрии. Оно открывает новые горизонты для инноваций, но также требует от компаний соблюдения баланса между конкуренцией и монополией. В ближайшие годы станет понятно, как это слияние повлияет на игроков, разработчиков и рынок в целом.

Литература

1. Wikipedia. Acquisition of Activision Blizzard by Microsoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Acquisition_of_Activision_Blizzard_by_Microsoft. – Дата доступа: 22.03.2025.

Д. В. Акунец
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. М. Березовская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ИНТЕРФЕЙСА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ “GGU HELPER”

В условиях активной цифровизации образовательной сферы особую актуальность приобретает разработка специализированных web-приложений, способных оптимизировать взаимодействие между участниками учебного процесса. Представленное исследование посвящено созданию web-приложения “GGU Helper” для Гомельского государственного университета, которое призвано решить ключевые задачи организации учебной деятельности. Научная новизна работы заключается в разработке комплексного решения, объединяющего функции управления учебными материалами, контроля успеваемости, работы с расписанием и систему оповещений в рамках единой защищенной платформы.

Основу исследования составил детальный анализ потребностей двух ключевых групп пользователей – студентов и преподавателей, что позволило сформулировать основные требования к функционалу приложения. В ходе разработки была реализована оригинальная архитектура на базе фреймворка Django с использованием языка программирования Python, что обеспечило высокую производительность и масштабируемость системы. Для хранения и обработки данных выбрана реляционная СУБД PostgreSQL, гарантирующая надежность и безопасность хранения информации.

Особое внимание уделено вопросам информационной безопасности – в приложении реализована многоуровневая система аутентификации и авторизации пользователей, защита от несанкционированного доступа и механизмы шифрования конфиденциальных данных. Пользовательский интерфейс, разработанный с использованием современных web-технологий (HTML5, CSS3, JavaScript), обеспечивает интуитивную понятность и адаптивность к различным устройствам.

Домашняя страница приложения представлена на рисунке 1.

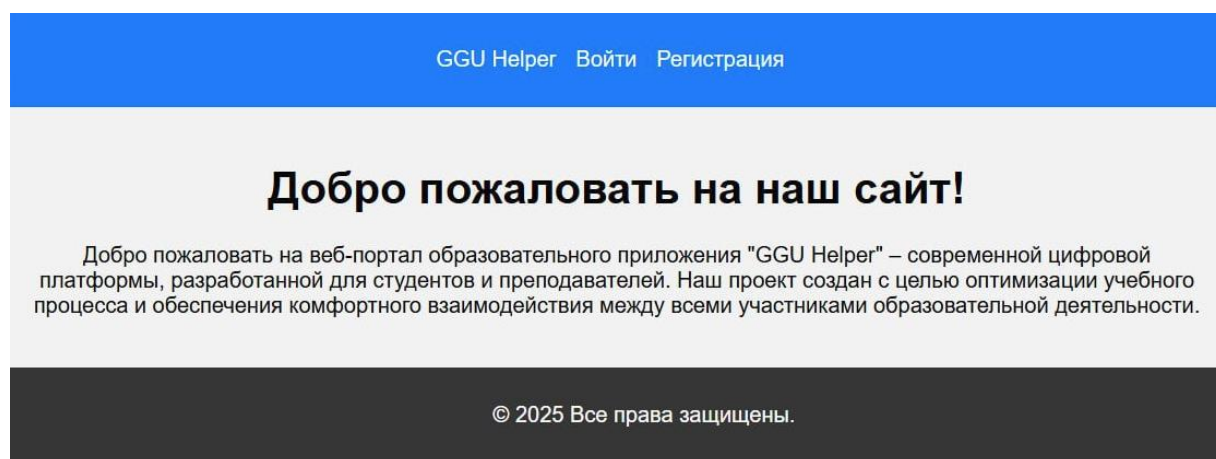


Рисунок 1 – Домашняя страница web-приложения “GGU Helper”

Ключевыми результатами исследования стали: создание полнофункционального web-приложения, включающего модули управления учебными материалами, контроля выполнения заданий, ведения электронного журнала успеваемости и системы уведомлений; разработка специализированных алгоритмов обработки учебных данных; внедрение механизмов обеспечения информационной безопасности.

Проведенное исследование демонстрирует эффективность применения современных web-технологий для решения актуальных задач цифровизации образования. Разработанное приложение “GGU Helper” не только отвечает текущим потребностям учебного процесса, но и обладает значительным потенциалом для дальнейшего развития и адаптации к изменяющимся условиям образовательной среды.

Перспективы дальнейшего развития проекта включают расширение функциональных возможностей за счет интеграции с другими образовательными платформами, разработку мобильной версии приложения, а также внедрение элементов искусственного интеллекта для персонализации учебного процесса. Особый потенциал представляет возможность масштабирования разработанного решения для использования в других образовательных учреждениях.

К. В. Андрусенко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «БАНКОВСКИЕ ТРАНЗАКЦИИ» С ИНТЕГРАЦИЕЙ GITHUB ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЕРСИЯМИ

В эпоху цифровых технологий языки программирования, такие как JavaScript, играют ключевую роль в создании высокофункциональных и интерактивных web-приложений. Разработано web-приложение для управления банковскими картами и проведения финансовых транзакций. В приложении реализованы следующие операции:

- авторизация,
- регистрация,
- добавление новых карт,
- управление балансом,
- перевод средств между картами,
- просмотр истории транзакций.

В то же время инструменты, такие как GitHub, значительно упрощают управление кодом и совместную работу команд разработчиков, повышая эффективность процесса создания web-приложений.

GitHub – это мощная web-платформа, предназначенная для хостинга и совместной работы над проектами с использованием системы контроля версий Git. Она значительно упрощает процесс разработки программного обеспечения, предоставляя командам разработчиков удобную среду для обмена кодом, управления версиями и отслеживания изменений.

Одним из ключевых преимуществ использования GitHub является система контроля версий, основанная на Git. Она позволяет разработчикам отслеживать изменения в коде, анализировать историю изменений, возвращаться к предыдущим версиям и работать над разными частями проекта параллельно. Ветки в GitHub позволяют разработчикам работать над различными задачами параллельно, не влияя на основную версию проекта.

Обычно основная ветка называется main или master, а дополнительные ветки создаются для разработки новых функций или исправления ошибок. Для создания новой ветки используется команда

```
git checkout -b branch-name,
```

для переключения между ветками –

```
git checkout branch-name,
```

а для слияния изменений –

```
git merge branch-name.
```

GitHub использовался для управления версиями кода и организации командной работы. Все изменения отслеживались с использованием системы Git, что обеспечивало прозрачность и возможность отката изменений при необходимости.

Применение передовых технологий и гибкой системы контроля версий позволило достичь высокой отзывчивости интерфейса и надежности системы. Проект показал, как гармоничное сочетание JavaScript и GitHub может значительно упростить процесс разработки и повысить качество программного обеспечения.

Э. В. Апанович

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Н. В. Марковская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АНАЛИЗ ДАННЫХ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ

Анализ данных становится всё более важным в условиях быстро развивающихся технологий и растущего числа киберугроз. Современные системы безопасности играют ключевую роль в защите информации и ресурсов организаций от различных угроз. С увеличением объема данных, генерируемых такими системами, становится очевидной необходимость в разработке эффективных методов их анализа.

Ассоциативные правила представляют собой метод анализа данных, который позволяет выявлять скрытые закономерности и связи между элементами в больших наборах данных. Основной задачей ассоциативного анализа является обнаружение правил, которые описывают интересные отношения между переменными. Эти правила формируются на основе частоты совместного появления элементов. Эффективный анализ данных позволяет:

1. *Раннее обнаружение угроз*: быстрое выявление аномалий и подозрительных действий позволяет оперативно реагировать на потенциальные угрозы.

2. *Улучшение принятия решений*: на основе анализа данных можно принимать обоснованные управленческие решения о защите информации и ресурсов.

3. *Оптимизация ресурсов*: анализ помогает определить, какие области требуют наибольшего внимания и ресурсов, что способствует более эффективному использованию бюджетов на безопасность.

Методы исследования включают в себя анализ существующих баз данных, применение алгоритмов поиска ассоциативных правил, таких как Apriori и FPGrowth, для выявления закономерностей и паттернов, а также оценку эффективности этих алгоритмов в контексте безопасности.

В ходе работы были рассмотрены различные подходы к обработке и анализу данных, что позволило оценить их преимущества и недостатки. Например, алгоритм Apriori, хотя и является классическим методом, требует значительных вычислительных ресурсов при работе с большими объемами данных. В то же время, алгоритм FP-Growth показал более высокую производительность и эффективность, что делает его предпочтительным выбором для анализа больших наборов данных. Кроме того, в процессе работы были выявлены некоторые ограничения существующих методов анализа данных системы безопасности. Например, не все алгоритмы способны учитывать динамические изменения в данных, что может привести к устареванию полученных ассоциативных правил. Это подчеркивает необходимость постоянного обновления и адаптации методов анализа в соответствии с изменениями в угрозах и уязвимостях.

Р. И. Арсеньев
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. М. Березовская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ПАМЯТКА СПАСАТЕЛЮ» ДЛЯ РАБОТНИКОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС

Данная работа посвящена разработке веб-сайта «Памятка спасателю», который представляет собой комплексный ресурс, ориентированный на освещение деятельности ведомства Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС), предоставление справочной информации, нормативных документов и интерактивных сервисов, с возможностью проверки своих знаний.

Сайт имеет четкую структуру с основными тематическими вкладками: новости; обязанности; калькулятор газодымозащитной службы (ГДЗС); проверка знаний; расчет химического загрязнения; руководящие документы; адреса.

Рассмотрим сущность каждой вкладки. Вкладка «Новости» содержит подборку актуальной информации о событиях, мероприятиях и инициативах, реализуемых Министерством по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

На главной странице новостного раздела отображается лента последних публикаций с заголовками, краткими анонсами (рисунок 1). Пользователи могут быстро ознакомиться с основными новостями МЧС Республики Беларусь и перейти к полным текстам материалов.

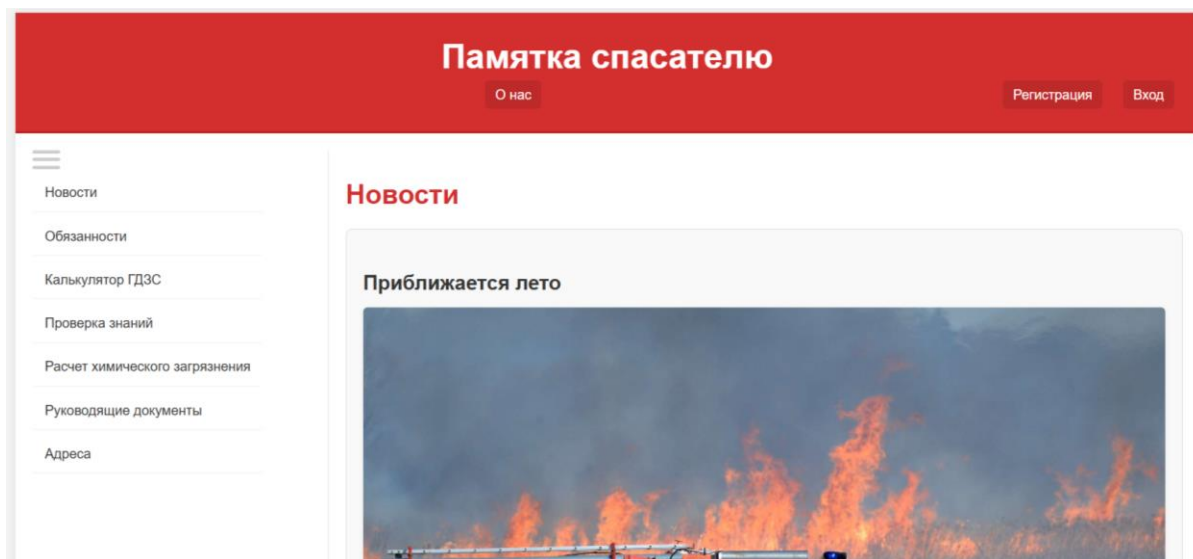


Рисунок 1 – Стартовое окно сайта «Памятка спасателю»

Вкладка «Обязанности» содержит справочные материалы и инструкции, предназначенные для сотрудников МЧС. В разделе размещены нормативные акты, методические рекомендации, памятки и алгоритмы действий для работников пожарно-спасательных служб, сил гражданской обороны и других подразделений МЧС Республики Беларусь. Информация структурирована по основным направлениям деятельности ведомства.

Вкладка «Калькулятор ГДЗС» содержит встроенный калькулятор ГДЗС. Он предназначен для помощи специалистам и руководителям пожарных подразделений в расчете и планировании работы ГДЗС. Данный инструмент позволяет оптимизировать использование аппаратуры и личного состава ГДЗС при проведении аварийно-спасательных и огнетушительных работ.

Вкладка «Руководящие документы» предоставляет доступ к законодательным актам, постановлениям, приказам и иным нормативно-правовым документам, регулирующим функционирование МЧС. Здесь пользователи могут ознакомиться с базовыми положениями, регламентирующими структуру, задачи и полномочия МЧС Республики Беларусь, а также с актуальными изменениями в законодательстве.

Раздел «Адреса» содержит справочную информацию о территориальных органах, подразделениях и организациях, входящих в систему МЧС Республики Беларусь. Здесь представлены контактные данные (адреса, телефоны, график работы) региональных и местных управлений по чрезвычайным ситуациям, пожарных аварийно-спасательных частей, поисково-спасательных отрядов и других структурных элементов ведомства.

Разработка веб-приложения «Памятка спасателю» велась с акцентом на создание качественного пользовательского интерфейса и безопасной системы аутентификации. Информационная система имеет дружелюбный, интуитивно понятный интерфейс, доступный пользователю любого уровня знаний в области компьютерной техники.

Применение в работе современных технологий веб-разработки, таких как язык гипертекстовой разметки HTML и язык стилей CSS, в сочетании с эффективной средой Visual Studio, поспособствовало созданию качественного и функционального тематического информационного ресурса.

Д. А. Артюх

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **В. В. Вашило**, ст. преподаватель

СОВРЕМЕННЫЕ АНТИВИРУСНЫЕ СРЕДСТВА: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ИНТЕГРАЦИЯ В DEVOPS

Современные антивирусные решения активно используют машинное обучение для борьбы с усложняющимися киберугрозами. Такие платформы, как CrowdStrike Falcon и SentinelOne, применяют алгоритмы на основе графовых нейронных сетей (GNN), которые анализируют цепочки системных вызовов в реальном времени. Это позволяет обнаруживать аномалии в поведении процессов, например, попытки несанкционированного доступа к реестру Windows или скрытого запуска скриптов. Для анализа подозрительных файлов системы интегрируются с песочницами, такими как Cuckoo Sandbox. В изолированной среде автоматически запускаются потенциально опасные файлы, а их активность фиксируется: отслеживаются попытки шифрования данных, изменения системных настроек или связи с командными серверами (C&C). Например, файл с расширением .docx, маскирующий скрипт PowerShell, будет автоматически заблокирован после попытки установить соединение с неизвестным IP-адресом.

Интеграция антивирусных инструментов в DevOps-процессы стала стандартом для предотвращения supply chain-атак. Решения вроде ClamAV и Aqua Security внедряются в CI/CD-конвейеры через плагины для Jenkins, GitLab CI или GitHub Actions.

При обнаружении угрозы (например, скрипта с функцией `eval(base64_decode(...))`) процесс сборки прерывается, что предотвращает развертывание зараженных контейнеров. По данным отчета Aqua Security (2023), такая автоматизация снижает риск проникновения ransomware в продакшен-среду на 67%.

Для борьбы с шифровальщиками антивирусы, такие как Bitdefender GravityZone, используют поведенческий анализ. Алгоритмы отслеживают паттерны доступа к файлам, например, массовое переименование .xlsx в .encrypted или частое обращение к API-функциям шифрования. В тестах MITRE Engenuity (2023) решения на базе ИИ продемонстрировали 98 % эффективность в обнаружении новых семейств ransomware,

таких как LockBit 3.0. Дополнительно системы блокируют процессы, которые пытаются отключить службы резервного копирования (например, VSS), что характерно для атак на корпоративные сети.

Перспективным направлением является применение искусственного интеллекта для прогнозирования атак. Платформы вроде Darktrace используют unsupervised learning для анализа сетевого трафика и выявления аномалий, таких как необычная активность в ночное время или передача данных в зашифрованном виде через нестандартные порты. Например, алгоритмы могут обнаружить подготовку к атаке на Active Directory по аномальному количеству запросов LDAP. Технологии блокчейна, такие как Hyperledger Fabric, внедряются для контроля целостности системных файлов. Хэши критических файлов (например, kernel32.dll) хранятся в распределенном реестре, а любое изменение без цифровой подписи автоматически блокируется.

Автоматизированные отчеты современных антивирусов включают детализацию угроз и рекомендации. Пример отчета после сканирования:

```
Обнаружено: 12 угроз
(3 экземпляра ransomware, 5 троянов с функциями keylogging).
Заблокированные процессы:
encrypt_service.exe (попытка переименовать 1500 файлов за 2 минуты).
Рекомендации:
    - обновить сигнатуры ClamAV до версии 0.104.1,
    - заблокировать исходящие соединения на порт 185.120.80.3.
```

Интеграция этих технологий сокращает время реагирования на инциденты с 48 часов до 15 минут, что критически важно для финансового сектора и здравоохранения.

А. Ю. Астапов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. С. Руденков**, канд. техн. наук, доцент

ЧАТ-БОТЫ В ОБСЛУЖИВАНИИ КЛИЕНТОВ

Современные чат-боты – это программы с мощным ядром на базе искусственного интеллекта (ИИ), которые могут имитировать почти естественные разговоры и вести длительные и содержательные разговоры. Чат-боты доказали, что они могут позитивно изменить эффективность работы сотрудников, повысить результативность и качество обработки типичных запросов, а также помочь значительно улучшить качество обслуживания конечных пользователей, будь то обслуживание клиентов или управление заказами.

Сервисные чат-боты работают следующим образом: боты получают вопросы или простые запросы на естественном языке, переформатируют их так, чтобы их могли понимать другие программные системы, выполняют и собирают необходимую информацию из этих систем, а также преобразовывают ее в естественный язык человеческого разговора.

Чат-бот организации, предназначенный для обмена сообщениями, может быть реализован на разных платформах. Обычно пользователи могут получить к ним доступ непосредственно с сайта организации или со страницы в сети Интернет, с настольных и мобильных платформ обмена сообщениями (WhatsApp, Telegram) или платформ социальных сетей (ВКонтакте, Facebook) [1].

Применение чат-ботов в сфере бизнеса имеет свой ряд преимуществ: доступность, низкие расходы на техническое обслуживание, возможность одновременно обрабатывать

запросы нескольких пользователей, благодаря чему исчезает необходимость увеличивать штат операторов. По данным Invesp Research 40% потребителей не важно, помогает ли им чат-бот или реальный человек, главное, чтобы они получали быстрый ответ на свои запросы. Чат-боты могут сэкономить до 30% расходов компаний на поддержку и обслуживание клиентов [2].

В настоящее время чат-боты могут имитировать человеческий разговор и дают возможность пользователям чувствовать себя комфортно при использовании их в различных областях, что обуславливает перспективы их развития в образовании, бизнесе, финансах промышленности, спорте, развлечениях, а также в здравоохранении, решая проблемы пациентов, связанные со здоровьем.

Чат-боты также могут быть использованы в качестве эффективного образовательного инструмента. Чат-боты развиваются беспрецедентными темпами благодаря новым разработкам и функциям в настоящее время, играя ключевую роль для современных пользователей [3].

Таким образом, чат-бот перспективный инструмент для организации коммуникации между компанией и клиентом, позволяющее оптимизировать кадровый состав и снизить стоимость сопровождения бизнес-процессов.

Литература

1. Интеллектуальный и научный потенциал XXI века : Материалы Междунар. (заочной) науч.-практ. конф., Минск, 15 марта 2021 года. / Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич) – Нефтекамск : 2021. – 66 с.
2. Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., Владикавказ, 08–10 декабря 2022 года. – Владикавказ : «Веста», 2022. – 47–49 с.
3. Наука и инновации: сб. науч. т. / XVII Междунар. науч. конф. ; редкол.: Е. Н. Скорикова (науч. ред.) [и др.]. – Анапа : Изд-во «НИЦ ЭСП» в ЮФО, 2023. – 37 с.

В. В. Бабровник, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

РАЗРАБОТКА САЙТА ПО ПРОДАЖЕ ЦВЕТОВ НА БАЗЕ WORDPRESS

Создание сайта по продаже цветов направлено на упрощение процесса покупки и улучшение взаимодействия с клиентами.

Платформа WordPress предлагает множество готовых решений и шаблонов для интернет-магазинов, она позволяет быстро настроить сайт без глубоких знаний программирования. С помощью плагинов, таких как WooCommerce, можно легко управлять каталогом товаров, оформлением заказов и системами оплаты. Это делает процесс создания и управления сайтом более эффективным и доступным для владельцев бизнеса. Кроме того, WordPress предлагает множество инструментов для SEO-оптимизации, что поможет привлечь больше трафика и улучшить видимость сайта в поисковых системах.

Сайт должен быть удобным и простым в использовании. Это значит, что все элементы интерфейса должны быть интуитивно понятными. Например, меню навигации должно быть четким и доступным, чтобы клиенты могли быстро находить нужные категории, такие как «Фаленопсис», «Брасия» или другие виды орхидей. Также важно использовать приятные цвета и шрифты, чтобы визуально не утомлять пользователей. Хорошо продуманный интерфейс с понятной структурой поможет сделать процесс покупки легким и приятным.

Для представления продукции необходимо создать каталог, в котором будут представлены все сорта цветов. Каждая категория должна иметь подробные карточки товаров с высококачественными фотографиями, описаниями и ценами. Например, для каждой орхидеи можно указать не только её вид, но и рекомендации по уходу. Это поможет клиентам быстро выбрать именно то, что им нужно.

Важным элементом является простая и понятная система оформления заказов. Клиенты должны легко добавлять товары в корзину и оформлять покупку. Процесс оформления заказа должен быть максимально упрощен: желательно, чтобы для завершения покупки не требовалось много кликов.

Создание сайта не только упростит процесс покупки для клиентов, но и поможет бизнесу расти, привлекая новых покупателей и удерживая существующих. Удобный и функциональный ресурс повысит лояльность клиентов и сделает их опыт покупки более приятным и комфортным.

Д. А. Барановский

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

О СОЗДАНИИ WEB-САЙТА «КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ ОТ FLAVORCAKE»

Функциональные возможности веб-сайта. Веб-сайт «Кондитерские изделия от FlavorCake» представляет собой тщательно разработанную онлайн-витрину, созданную для демонстрации кулинарного мастерства и художественного таланта кондитера FlavorCake. Основная цель сайта – ознакомить потенциальных клиентов с эксклюзивными десертами ручной работы, представить портфолио готовых изделий и предоставить удобные способы связи для обсуждения индивидуальных заказов. В отличие от полноценных интернет-магазинов, данный веб-сайт фокусируется на создании первого впечатления, вдохновении и установлении личного контакта с клиентами, ценящими уникальность и качество кондитерских изделий.

Функциональное ядро сайта сосредоточено на трех ключевых аспектах: подробном представлении ассортимента десертов, захватывающей галерее фотографий и разделе с искренними отзывами довольных клиентов. Раздел «Десерты» предлагает посетителям погрузиться в мир вкусов и текстур, знакомя с описаниями каждого предлагаемого лакомства. Каждое описание тщательно продумано, чтобы передать не только состав, но и вдохновение, стоящее за созданием десерта, подчеркивая уникальность рецептуры и используемые ингредиенты.

Галерея фотографий является визуальным центром сайта. Здесь представлены высококачественные изображения готовых кондитерских шедевров в различных ракурсах и композициях. Галерея призвана продемонстрировать мастерство кондитера, внимание к деталям и эстетическую привлекательность изделий. Использование внешней библиотеки Lightgallery обеспечивает удобный и интуитивно понятный просмотр изображений, позволяя посетителям насладиться каждым кадром и рассмотреть тонкости декора и оформления.

Раздел «Отзывы клиентов» играет важную роль в формировании доверия и репутации. Здесь собраны настоящие отзывы людей, уже оценивших качество и вкус кондитерских изделий FlavorCake. Эти отзывы, представленные в виде цитат, создают атмосферу доверия и подтверждают высокий уровень мастерства кондитера и внимательное отношение к клиентам.

Архитектурные и технологические особенности сайта. Веб-сайт «Кондитерские изделия от FlavorCake» является статичным ресурсом. Это означает, что вся информация, включая тексты, описания десертов, ссылки на изображения и отзывы, жестко закодирована непосредственно в HTML-файлах. Отсутствие базы данных и серверной части

(back-end) – принципиальное решение, обусловленное целями и масштабом проекта. Такой подход обеспечивает высокую скорость загрузки страниц, простоту развертывания и минимальные требования к хостингу.

Статическая природа сайта также определяет его функциональные ограничения. На сайте не предусмотрена возможность онлайн-заказа, добавления товаров в корзину или онлайн-оплаты. Отсутствует система регистрации и авторизации пользователей, а также какой-либо административный интерфейс для динамического управления контентом. Все обновления и изменения на сайте требуют ручного редактирования HTML-файлов.

Навигация и доступность. Продуманная навигация является ключевым элементом пользовательского опыта. Навигация по сайту осуществляется посредством интуитивно понятного меню, расположенного в верхней части каждой страницы. Меню обеспечивает быстрый доступ ко всем основным разделам сайта: «Главная», «Десерты», «Галерея», «Отзывы» и «Контакты». Простая и логичная структура меню позволяет посетителям легко ориентироваться и находить интересующую их информацию.

Сайт разработан с учетом принципов универсального доступа. Вся информация на сайте доступна всем посетителям без каких-либо ограничений или уровней доступа. Отсутствие разделения на пользовательскую и административную части упрощает архитектуру сайта и делает его максимально прозрачным и открытым для всех. В таблице 1 приводятся основные характеристики сайта.

Технологический стек. Веб-сайт «Кондитерские изделия от FlavorCake» создан с использованием классического набора веб-технологий: HTML, CSS и JavaScript. HTML отвечает за структуру и семантическую разметку контента, CSS обеспечивает стилизацию и визуальное оформление, а JavaScript добавляет интерактивные элементы, такие как галерея Lightgallery. Адаптивный дизайн, реализованный с помощью медиа-запросов в CSS, гарантирует корректное отображение сайта на различных устройствах, от настольных компьютеров до мобильных телефонов. Использование медиа-запросов позволяет сайту адаптироваться к разным размерам экранов, обеспечивая удобство просмотра и навигации для всех пользователей, независимо от используемого устройства.

Таблица 1 – Характеристики веб-сайта «Кондитерские изделия от FlavorCake»

Характеристика	Описание
Основное назначение	Ознакомление с работами кондитера, контактная информация, портфолио десертов, отзывы
Функционал	Просмотр десертов и галереи, чтение отзывов. Нет онлайн-заказа, регистрации, админ-панели
База данных	Отсутствует. Статическая HTML-кодировка
Динамика	Отсутствует. Ручное редактирование HTML
Доступ	Общий для всех посетителей. Нет уровней доступа
Поиск/Сортировка	Не реализованы. Навигация через меню
Технологии	HTML, CSS, JavaScript (Lightgallery), медиа-запросы
Тип сайта	Статический
Взаимодействие	Просмотр информации, переходы по ссылкам
Адаптивность	Есть (медиа-запросы CSS)

Заключение. Веб-сайт «Кондитерские изделия от FlavorCake» представляет собой функциональное онлайн-представительство кондитера, ориентированное на визуальную демонстрацию работ, установление контакта с клиентами и создание положительного имиджа. Несмотря на свою статичную природу и ограниченный функционал, сайт эффективно выполняет свою основную задачу – привлекает внимание потенциальных заказчиков и предоставляет им всю необходимую информацию для принятия решения о заказе эксклюзивных кондитерских изделий. Простота, скорость загрузки и удобство использования делают этот сайт эффективным инструментом для продвижения услуг кондитера FlavorCake.

В. А. Барзыкин

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА POSTGRESQL

PostgreSQL является одной из самых мощных и популярных систем управления базами данных (СУБД) с открытым исходным кодом. Благодаря своей надежности, расширяемости и соответствию стандарту SQL, PostgreSQL широко используется в различных сферах, включая веб-разработку, аналитические системы, корпоративные решения и облачные вычисления. Развитие технологий обработки данных делает PostgreSQL важным инструментом для работы с большими объемами информации.

Одним из ключевых преимуществ PostgreSQL является поддержка расширенных типов данных, включая JSON, XML, массивы и геопространственные данные (PostGIS). Это делает систему удобной для работы с разнородными данными и обеспечивает гибкость в проектировании баз данных. В сочетании с мощными средствами индексации и оптимизации запросов это позволяет ускорять обработку данных и снижать нагрузку на сервер.

PostgreSQL отличается высокой производительностью благодаря механизму многоверсионности (MVCC), который позволяет выполнять параллельные транзакции без блокировок чтения. Это особенно важно для высоконагруженных систем, где требуется быстрая обработка большого количества запросов. В дополнение к этому PostgreSQL поддерживает различные уровни изоляции транзакций, что дает возможность тонко настраивать их поведение в зависимости от требований проекта.

Еще одной важной особенностью PostgreSQL является поддержка сложных запросов, включая оконные функции, общие табличные выражения (CTE) и полнотекстовый поиск. Эти возможности позволяют эффективно обрабатывать и анализировать данные без необходимости использования внешних инструментов. Кроме того, PostgreSQL поддерживает хранимые процедуры и триггеры, что дает возможность автоматизировать обработку данных и обеспечивать целостность базы.

В рамках данной работы были исследованы возможности PostgreSQL для использования в распределенных системах и облачных средах. Рассматривались механизмы репликации и шардинга, которые обеспечивают отказоустойчивость и масштабируемость базы данных. Также изучались инструменты автоматического резервного копирования и мониторинга, которые помогают поддерживать стабильную работу системы. Было выявлено, что асинхронная и синхронная репликация позволяют гибко настраивать процесс распределения данных, обеспечивая их сохранность и доступность в случае сбоев оборудования.

Безопасность данных также является важным аспектом использования PostgreSQL. Встроенные механизмы шифрования, аутентификации и разграничения доступа позволяют защищать информацию от несанкционированного доступа. PostgreSQL поддерживает современные стандарты безопасности, включая TLS/SSL-соединения, а также возможность настройки строгих политик доступа к данным на уровне строк и столбцов.

В результате анализа было выявлено, что PostgreSQL является отличным выбором для крупных проектов, требующих надежности, безопасности и высокой производительности.

Литература

1. Официальная документация PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>. – Дата доступа: 29.03.2025.

В. А. Барзыкин

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА ДАННЫХ И ОБРАБОТКИ СТАТИСТИКИ О РАБОТЕ ТОЧЕК WI-FI

Современные беспроводные сети Wi-Fi являются неотъемлемой частью инфраструктуры городов, бизнес-центров и общественных мест. Надежность работы точек доступа играет важную роль в обеспечении качественного интернет-соединения для пользователей. Автоматизированный сбор данных и анализ статистики позволяют своевременно выявлять проблемы и оптимизировать работу сети.

Решение данной задачи требует создания десктопного приложения с локальной базой данных для мониторинга работы Wi-Fi точек. Основные параметры, подлежащие сбору, включают уровень сигнала, загруженность каналов, IP адрес и среднюю скорость передачи данных.

Одним из ключевых аспектов проектирования является выбор технологии хранения и обработки данных. В данной работе рассматриваются реляционные базы данных (PostgreSQL) и NoSQL-хранилища (MongoDB) для организации эффективного анализа большого объема информации [1, 2]. Для обработки собранных данных используются встроенные методы анализа, такие как средние значения, выявление аномалий и визуализация тенденций, что позволяет оперативно реагировать на сбои сети и выявлять закономерности.

На текущем этапе проектирования рассматриваются возможные алгоритмы сбора данных с использованием API точек доступа Wi-Fi. Также разрабатывается концепция системы визуализации, которая в будущем позволит отображать статистические данные в виде графиков и отчетов. Использование современных веб-технологий позволило реализовать удобный интерфейс администратора, обеспечивающий мониторинг состояния сети в реальном времени.

Ожидается, что в будущем внедрение автоматизированной системы мониторинга Wi-Fi позволит повысить стабильность сети и уменьшить время реакции на возникающие сбои. Дальнейшее развитие проекта связано с улучшением интерфейса приложения, расширением функционала локальной базы данных и возможностью экспорта отчетов для последующего анализа.

Литература

1. Официальная документация PostgreSQL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/>. – Дата доступа: 21.03.2025.

2. Официальная документация MongoDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mongodb.com/docs/>. – Дата доступа: 24.03.2025.

ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ: АУДИТ ПАРОЛЕЙ И АНАЛИЗ ПАКЕТОВ В АВТОМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В эпоху растущих киберугроз организации должны принимать надежные меры безопасности для защиты своих систем и данных. Аудит паролей и анализ пакетов – важнейшие компоненты кибербезопасности, позволяющие специалистам по безопасности выявлять уязвимости и отслеживать сетевой трафик. По мере развития киберугроз автоматизация исследований играет важную роль в усилении мер безопасности за счет автоматизации аудита и анализа сети. В данной статье рассматриваются ключевые программные инструменты, облегчающие аудит паролей и анализ пакетов, а также их интеграцию в автоматизацию исследований.

Цель и важность аудита паролей:

– аудит паролей гарантирует, что учетные данные пользователя соответствуют лучшим практикам безопасности. Слабые пароли – это серьезная уязвимость, которой часто пользуются злоумышленники для получения несанкционированного доступа к системам. Регулярный аудит паролей помогает организациям обнаружить слабые или скомпрометированные пароли и обеспечить соблюдение строгих политик аутентификации.

Ключевые инструменты аудита паролей и их особенности:

– PASC (Password Analysis and Cracking Toolkit) – это мощный инструмент, используемый для анализа списков паролей и выявления слабых мест. Он помогает исследователям безопасности разрабатывать лучшие политики паролей, генерируя входные файлы, совместимые с инструментами для взлома паролей, такими как Hashcat [1];

– L0phtCrack: Разработанная для систем Windows: программа L0phtCrack проверяет пароли с помощью словаря, грубой силы и гибридных атак. Он также предлагает автоматическое планирование для регулярной проверки паролей;

– John the Ripper: Этот инструмент аудита безопасности паролей с открытым исходным кодом поддерживает различные типы хэшей и широко используется для тестирования на проникновение. Он эффективно обнаруживает слабые пароли и улучшает политики безопасности [2].

Анализаторы пакетов играют важную роль в кибербезопасности, позволяя отслеживать сетевой трафик, выявлять аномалии и предотвращать утечки данных. Эти инструменты позволяют специалистам по безопасности проверять пакеты данных, выявлять подозрительные действия и устранять неполадки в сети.

Ключевые инструменты анализаторов пакетов и их особенности:

– Wireshark – один из самых популярных анализаторов пакетов, предлагающий глубокую инспекцию пакетов и анализ протоколов. Он позволяет перехватывать трафик в реальном времени и фильтровать конкретные данные для обнаружения потенциальных угроз [3];

– Tcpdump – это инструмент командной строки для захвата и анализа сетевого трафика, tcpdump предоставляет расширенные возможности фильтрации, чтобы сосредоточиться на важных данных. Он необходим для диагностики сетевых проблем и выявления несанкционированных действий [4];

– Aircrack-ng – это набор инструментов, специализирующихся на безопасности беспроводных сетей. Он помогает организациям проверить прочность протоколов безопасности Wi-Fi, перехватывая и анализируя зашифрованные пакеты [5].

Интеграция инструментов в автоматизацию исследований.

– автоматизация оценки безопасности: автоматизация аудита паролей и анализа пакетов повышает уровень безопасности, позволяя осуществлять непрерывный мониторинг. Сканирование по расписанию и скриптовые рабочие процессы позволяют организациям обнаруживать уязвимости в режиме реального времени;

– непрерывный мониторинг и оповещение: инструменты безопасности, интегрированные с механизмами автоматизации, могут генерировать оповещения при обнаружении подозрительной активности. Такой продуктивный подход позволяет сократить время реагирования и укрепить защиту кибербезопасности;

– примеры применения: Многие организации успешно интегрировали средства аудита паролей и анализа пакетов в автоматизированные системы безопасности, что значительно сократило количество нарушений безопасности и утечек данных.

Проблемы и соображения:

– этические и юридические последствия: организации должны обеспечить соответствие аудита безопасности юридическим и этическим нормам, чтобы защитить конфиденциальность пользователей и предотвратить несанкционированный доступ к данным;

– распределение ресурсов: развертывание и поддержка автоматизированных средств безопасности требуют достаточных вычислительных и человеческих ресурсов. Организации должны соблюдать баланс между затратами и требованиями безопасности.

– учет новых угроз: киберугрозы постоянно развиваются, что требует от организаций регулярного обновления инструментов и методологий безопасности [6].

Другие исследования автора можно найти в работах [7–8].

Литература

1. PACK (Password Analysis and Cracking Toolkit). – GitHub, 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/iphelix/pack>. – Дата доступа : 21.03.2025.

2. John the Ripper. – Openwall, 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openwall.com/john/>. – Дата доступа : 22.03.2025.

3. Wireshark. – Официальный сайт, 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wireshark.org> – Дата доступа : 22.03.2025.

4. tcpdump. – Официальный сайт, 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tcpdump.org> – Дата доступа : 24.03.2025.

5. Aircrack-ng. – Официальный сайт, 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aircrack-ng.org>. – Дата доступа : 23.03.2025.

6. National Institute of Standards and Technology (NIST). – Официальный сайт, 2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://csrc.nist.gov>. – Дата доступа : 21.03.2025.

7. Бахар, М. П. Безопасность хранения данных / М. П. Бахар ; науч. рук. Н. В. Марковская // От Альфа к Омеге...: сб. материалов XIV Респ. науч.-практ. конф.-конкурса науч.-исслед. работ учащихся средних, средних спец. учебных заведений и студентов вузов / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы; гл. ред. А. В. Кузьмич; редкол.: А. В. Кузьмич [и др.]. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2024. – С. 55–56.

8. Бахар, М. П. Безопасность хранения данных в облачных хранилищах / М. П. Бахар; науч. рук. Н. В. Марковская // Молодежь и наука XXI века: реалии и перспективы: Междунар. науч.-практ. конф., Астана, 12 апреля 2024 г. – Астана : ИПЦ “Esil University”, 2024. – С. 764–765.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ И МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ СТУДЕНТОВ

Современные образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью повышения эффективности управления учебным процессом. Много учебного времени теряется из-за ручного учёта посещаемости, что снижает продуктивность преподавателей и создаёт риски ошибок. Внедрение биометрических технологий, таких как распознавание лиц, позволяет автоматизировать эти процессы, минимизируя человеческий фактор. Актуальность работы обусловлена растущим спросом на интеграцию компьютерного зрения в образовательные системы для анализа вовлечённости и контроля посещаемости.

Распознавание лиц – ключевая технология в биометрической идентификации. Современные подходы делятся на [1]:

- 2D-методы (Eigenfaces, LBPH), которые используют плоские изображения, но чувствительны к изменению ракурса и освещения;

- 3D-методы, устойчивые к внешним факторам, но требующие специализированного оборудования (например, камеры Intel RealSense).

Для реализации была выбрана модель ArcFace для генерации эмбеддингов лиц. Её ключевое преимущество – использование угловой метрики, которая увеличивает расстояние между эмбеддингами различных классов в скрытом пространстве, улучшая разделимость лиц. Проведён сравнительный анализ методов 2D и 3D распознавания, выявлены их преимущества (доступность, точность) и ограничения (зависимость от освещения, ракурса) [2].

Реализована программа на Python с использованием следующих инструментов:

- OpenCV – для обработки изображений;
- dlib – для выделения ключевых точек лица;
- PyTorch – для работы с предобученной моделью ArcFace;
- PostgreSQL – для хранения данных.

Система реализована на Python и включает несколько этапов. Первый этап – этап формирования датасета. На этом этапе были собраны фотографии студентов, с учетом различных условий освещения и поз, чтобы учесть реальные сценарии. Следующий этап – этап обнаружения лиц, на котором был использован детектор лиц из dlib для локализации лиц в изображениях. Далее идёт этап кодирования лиц – обнаруженные лица обрабатываются моделью ArcFace для генерации эмбеддингов, которые представляют уникальные черты лица в виде числовых векторов. Последний этап – классификация, на этом этапе для идентификации лица его эмбеддинг сравнивается с базой данных с помощью евклидова расстояния. Лицо признается, если расстояние до известного эмбеддинга ниже заданного порога.

Основные ограничения системы связаны с зависимостью от освещения и ракурса, а также с требованиями к вычислительным ресурсам. Эксперименты показали, что точность распознавания ArcFace достигает 95 % при фронтальном расположении лица. Установлено, что отклонение головы на 15–20° увеличивает ошибку на 25 %. Частичное перекрытие лица (видимость менее 60 %) снижает точность до 70 %.

Разработан прототип веб-приложения на Flask и React, интегрирующий распознавание лиц с учётными системами вуза.

Таким образом, разработанная система автоматизации учёта посещаемости на основе распознавания лиц позволяет сократить временные затраты преподавателей на и

минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором. Достигнутая точность в идеальных условиях (95 %) подтверждает её практическую применимость в образовательных учреждениях. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию алгоритмов для работы в сложных условиях и расширение функционала для анализа поведенческих паттернов студентов.

Литература

1. Современные биометрические методы идентификации / Хабр [Электронный ресурс] / Все статьи подряд / Хабр. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/126144/>. – Дата доступа : 20.03.2025.
2. Face Recognition Models: Advancements, Toolkit, and Datasets [Электронный ресурс] / LearnOpenCV. – Режим доступа : <https://learnopencv.com/?s=face+recognition+models>. – Дата доступа : 20.03.2025.

И. А. Болсун

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. В. Сидский**, канд. техн. наук, доцент

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАННОЙ И ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

Электронные системы безопасности представляют собой комплекс технических и программных решений, обеспечивающих защиту объекта за счет автоматизированного мониторинга, предупреждения и реагирования на потенциальные угрозы. В современных условиях такие системы включают в себя различные компоненты, способные обнаруживать возгорания, фиксировать несанкционированный доступ и передавать информацию владельцу или службам реагирования. Интеграция охранных и пожарных подсистем в единую систему безопасности повышает её надежность и эффективность [1].

Объектом проектирования является загородный дом высотой в два этажа с мансардой и подвальным помещением. Он имеет два входа, расположенные на первом этаже и в подвале. Для обеспечения естественного освещения предусмотрено значительное количество оконных проемов, равномерно распределенных по фасадам здания. Такая архитектура требует особого подхода к организации системы безопасности, поскольку большое число потенциальных точек проникновения и сложная внутренняя планировка могут затруднять своевременное обнаружение угроз.

Основной целью проекта является разработка эффективной системы безопасности для рассматриваемого объекта, включающей пожарную и охранную сигнализации, а также систему видеонаблюдения. Предлагаемые решения направлены на комплексную защиту дома и обеспечение оперативного реагирования в случае возникновения нештатных ситуаций.

Первым этапом проектирования является создание системы пожарной сигнализации. Согласно нормативным требованиям, размещение пожарных извещателей должно охватывать все помещения дома. Для своевременного оповещения о возможном возгорании предусмотрена установка звуковых и световых сигнализаторов в коридорах, на лестничных клетках и в основных зонах скопления людей. Такое решение обеспечивает резервирование системы оповещения и повышает вероятность своевременного реагирования на возникновение пожара. Дополнительно возможно использование интеллектуальных датчиков, способных различать дым от пара и других неопасных аэрозолей, что снижает вероятность ложных срабатываний.

Следующим этапом проектирования является разработка системы охранной сигнализации, включающей несколько уровней защиты. Первый уровень направлен на предотвращение проникновения в здание, для чего на дверях устанавливаются магнитоконтактные датчики, а оконные проемы защищаются инфракрасными извещателями. Второй уровень включает объемные инфракрасные датчики, размещенные в комнатах с оконными проемами, а также у входов, в том числе в подвальном помещении. В случае преодоления злоумышленником первого рубежа эта мера позволяет зафиксировать его перемещение внутри здания. Завершающий, третий уровень защиты сосредоточен на критически важных помещениях, таких как кабинет на втором этаже, где расположено оборудование управления системой безопасности. Здесь применяются комбинированные методы защиты, включающие датчики движения и дополнительные рубежи контроля доступа.

Завершающим этапом проектирования является интеграция системы видеонаблюдения с возможностью удаленного мониторинга. В связи с тем, что в доме не предусмотрено постоянное проживание, установка камер видеонаблюдения в стратегически важных точках позволит владельцу контролировать объект в режиме реального времени. Для оптимизации бюджета камеры планируется разместить в коридорах, что обеспечит обзор большинства помещений, не требуя установки дополнительных устройств в каждой комнате. В случае срабатывания тревожных датчиков владелец сможет дистанционно просмотреть видео и оперативно оценить ситуацию, чтобы принять необходимые меры.

Реализация предложенных решений обеспечит надежную защиту загородного дома от угроз, связанных с несанкционированным проникновением, пожаром и другими чрезвычайными ситуациями. Интеграция охранной и пожарной сигнализации, а также системы видеонаблюдения, позволит минимизировать риски и повысить уровень безопасности. Использование современных технологий мониторинга и удаленного управления обеспечит владельцу возможность контроля состояния объекта даже при длительном отсутствии.

Литература

1. Борина, А. П. Автономная интеллектуальная масштабируемая система обеспечения безопасности охраняемых объектов / А. П. Борина, М. Н. Ещенко, А. А. Ухов // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. – 2025. – №. 77. – С. 150–155.

А. Г. Борисов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. Е. Пугачева**, ст. преподаватель

АКТУАЛЬНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПАКЕТА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОС LINUX

Приложения, осуществляющие упрощение повседневного взаимодействия со средой операционной системы, могут быть полезны при первом знакомстве пользователя с этой операционной системой. Многие, впервые попробовав использовать Linux, часто теряются и не могут в нём разобраться из-за большого количества отличий от той операционной системы, в которой они работали ранее. Именно поэтому создание комплексного пакета программ позволит качественнее взаимодействовать с системой, может принести пользу, как для начинающих, так и для более продвинутых пользователей.

Для реализации проекта создается комплексный пакет программного обеспечения. Каждое из приложений входящих в пакет является автономным и может использоваться отдельно от остальных. Каждое из них концентрируется на своей сфере деятельности и реализует свой набор уникальных особенностей, которые присущи только ему. Первое приложение это – менеджер ссылок, позволяющий создавать и хранить ссылки, как на локальные файлы, так и на веб-ресурсы. Второе – это файловый поисковик, с его помощью можно проводить поиск файлов на локальной машине со множеством вариантов различных настроек по различным критериям. Третье – это файловый менеджер, который позволяет проводить навигацию по локальной файловой системе компьютера и выполнять различные действия с файлами и директориями, перемещать их, создавать, удалять и редактировать.

Все приложения собраны в одном месте. В рамках выполнения проекта создается специальное приложение, с помощью которого взаимодействие с пакетом гораздо более удобно. С помощью этого менеджера приложений осуществляется запуск остальных приложений. Также в нём проводится настройка остальных приложений, что гораздо более удобно, чем настраивать каждое из них по отдельности, хотя это можно делать в каждом приложении отдельно. Также именно в нём можно настраивать процесс запуска приложений, например, можно запускать несколько копий одного и того же приложения одновременно.

После окончания процесса разработки, проект представляет собой пакет приложений, которые помогают пользователям в повседневном использовании операционной системы Linux. Каждое из них удобно запускается через менеджер приложений, без необходимости искать каждое приложение отдельно, которые являются независимыми от остальных и выполняют свои функции.

Целевой аудиторией являются люди, впервые запустившие Linux и никогда не работавшие с ним ранее, так и более продвинутые пользователи. Для тех, кто только собирается начать свое знакомство с Linux крайне важно, чтобы рабочая среда, в этой операционной системе была интуитивно понятной и удобной, что упрощает знакомство и адаптацию. Комплексный пакет концентрирует большое количество полезных приложений, которые облегчают выполнение рутинных задач во время использования Linux.

А. Г. Борисов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. Е. Пугачева**, ст. преподаватель

РЕАЛИЗАЦИЯ ФАЙЛОВОГО МЕНЕДЖЕРА В ОС LINUX

Работа в любой операционной системе включает, в числе прочего, взаимодействие с файлами. Файлы используются для хранения различных данных, а также мультимедийной информации и настроек приложений. Но для того, чтобы найти файл, который необходим в данный момент, нужно заглянуть в файловую систему компьютера. В большинстве операционных систем файловая система реализована в виде дерева каталогов. Существует корневой каталог, в котором находятся другие каталоги, а в них ещё и так далее. Такая организация файловой системы называется иерархической.

Для успешной навигации по файловой системе необходимо соответствующее программное обеспечение. Оно называется файловым менеджером. Основными функциями файлового менеджера является возможность осуществлять перемещение между каталогами и просмотр их содержимого. Файловые менеджеры можно разделить на те, что используют графический пользовательский интерфейс (GUI) и на те, что используют консольный интерфейс (CLI). Программы с графическим интерфейсом интуитивно

понятны и дружелюбны к начинающим пользователям, поэтому программа разрабатывалась именно с графическим интерфейсом.

Файловый менеджер представляет собой программу, позволяющую пользователю просматривать содержимое файловой системы и отдельных каталогов. Кроме этого, в файловом менеджере можно выполнять наиболее необходимые действия над файлами: открывать, копировать, удалять, переименовывать. Работа в графическом файловом менеджере проще для начинающего пользователя, чем набор необходимых команд в системную консоль.

Окно программы можно разделить на три части (рисунок 1).

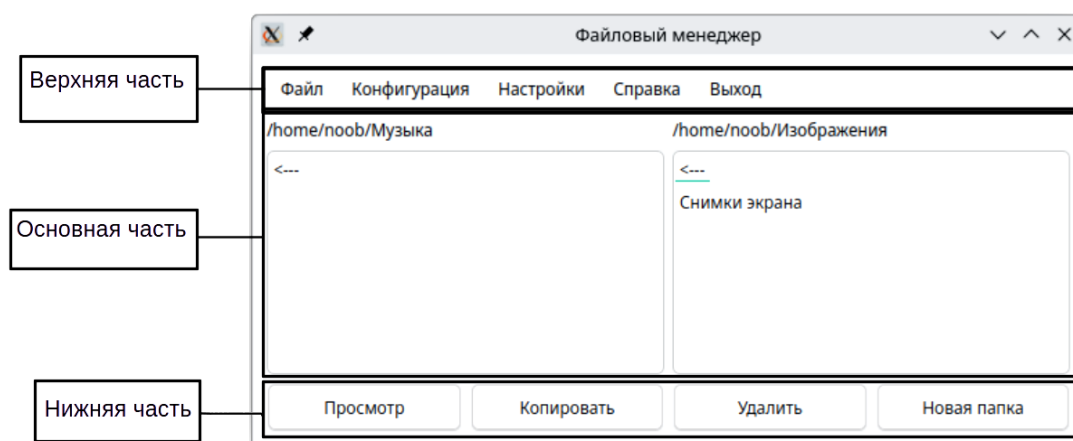


Рисунок 1 – Вид программы файловый менеджер

В верхней части находятся кнопки, отвечающие за работу самой программы и позволяющие изменять её. Среди них: «Файл», «Настройки», «Справка» и «Выход». При нажатии кнопки «Выход» происходит закрытие окна и выход из программы. «Справка» содержит описание самой программы, а также сведения о библиотеке Qt, с помощью которой была разработана программа. «Настройки» позволяет открыть меню настроек, в котором можно производить изменение настроек программы.

В основной части происходит навигация по файловой системе и работа с директориями. Эта часть вертикально разделена на две половины. В каждой из них находится окно, в котором отображается содержимое текущей, для данного окна директории, все файлы и каталоги, содержащиеся в ней. При одинарном клике на файле или каталоге произойдёт его выделение, после чего с ним можно взаимодействовать, как с помощью кнопок из нижней части программы, так и с помощью контекстного меню, вызываемого с помощью щелчка правой кнопкой мыши. Реализована возможность перемещения по файловой системе, при двойном клике на директории произойдёт переход в неё, и содержимое окна изменится на содержимое этой директории. Каждое из окон не зависит от других и позволяет открывать разные каталоги. Это позволяет проводить взаимодействие между каталогами, открытыми в каждом из окон.

В нижней части находятся кнопки, которые отвечают за непосредственное взаимодействие с файлами и каталогами из средней части программы. В ней находится список из таких кнопок как: «Просмотр», «Копировать», «Удалить», «Новая папка». «Просмотр» – пытается открыть выбранный файл, в случае если к типу файла была привязана программа, которая открывает приложения этого типа. «Копировать» – производит копирование выбранного файла из текущей директории одной части программы в текущую директорию второй части программы. «Удалить» – производит удаление выбранного файла или каталога. «Новая папка» – создаёт новый каталог в текущей директории и запрашивает у пользователя ввод строки для получения имени нового каталога.

Программа обеспечивает навигацию по файловой системе компьютера, а также взаимодействие с её содержимым: создание новых каталогов, их удаление, копирование и перемещение, а также взаимодействие с файлами. Она полностью оптимизирована для операционной системы Linux и работает вне зависимости от используемого дистрибутива. Ей могут заинтересоваться как новые пользователи, только начинающие знакомство с Linux, так и более опытные.

Т. И. Брацков

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ В СООТВЕТСТВИИ С GDPR

Современные веб-приложения, обрабатывающие персональные данные пользователей, обязаны соответствовать требованиям GDPR. Это предполагает внедрение комплексных механизмов защиты информации для обеспечения конфиденциальности и безопасности данных. В рамках данного исследования была разработана система управления пользовательскими данными на базе Spring Boot, интегрирующая методы шифрования, анонимизации и безопасного логирования.

Архитектура системы включает несколько ключевых компонентов: Spring Boot как основной фреймворк для разработки приложения, PostgreSQL как реляционную базу данных для хранения пользовательских данных, Jasypt как библиотеку для шифрования полей базы данных, HashiCorp Vault для безопасного хранения ключей шифрования, интегрированного через Spring Cloud Vault, Spring Security для управления доступом с использованием ролевой модели (RBAC) и Keycloak для аутентификации по OAuth 2.0.

Для обеспечения конфиденциальности данных применялось шифрование полей базы данных с использованием библиотеки Jasypt. Критичные поля, такие как email и телефон, шифруются алгоритмом AES-256 на уровне приложения перед сохранением в PostgreSQL. Реализация выполнена через кастомный AttributeConverter в Hibernate, что позволяет автоматически применять шифрование к заданным полям сущностей [1, 2].

```
@Entity
public class User {
    @Id
    @GeneratedValue
    private Long id;
    @Convert(converter = CryptoConverter.class)
    private String email;
    @Convert(converter = CryptoConverter.class)
    private String phone;
}
```

Листинг 1 – Описание сущности пользователя

Ключи шифрования хранятся в HashiCorp Vault, что исключает их попадание в исходный код.

Для выполнения требования GDPR о праве на удаление данных (ст. 17) реализован механизм soft delete с анонимизацией. Вместо физического удаления записей из БД система заменяет персональные данные на анонимные значения [3].

```
public class CryptoConverter implements AttributeConverter<String, String>
{
    private final StringEncryptor encryptor = new AES256TextEncryptor();
    @Override
    public String convertToDatabaseColumn(String attribute) {
        return encryptor.encrypt(attribute);
    }
    @Override
    public String convertToEntityAttribute(String dbData) {
        return encryptor.decrypt(dbData);
    }
}
```

Листинг 2 – Инструмент для шифрования данных пользователя

```
@SQLDelete(sql = "UPDATE users SET email = 'user_' || id || '@deleted.com',
phone = NULL WHERE id = ?")
@Where(clause = "deleted = false")
public class User {
    private boolean deleted;
}
```

Листинг 3 – Механизм «мягкого удаления» данных

REST-эндпоинт /users/{id}/erase инициирует процесс анонимизации, сохраняя целостность связанных данных, например, журналов транзакций.

Защита логов от утечек персональных данных обеспечена за счет маскирования РИ (Personally Identifiable Information) в режиме реального времени. Реализация маскирующего конвертера позволяет скрывать email-адреса в логах [4].

```
public class MaskingConverter extends ClassicConverter {
    private static final Pattern EMAIL_PATTERN = Pattern.compile("([a-z0-9_\\-\\.]+)@([a-z0-9_\\-\\.]+)\\.([a-z]{2,6})");

    @Override
    public String convert(ILoggingEvent event) {
        return EMAIL_PATTERN.matcher(event.getMessage()).replaceAll("***@***");
    }
}
```

Листинг 4 – Класс конвертер для сокрытия информации в логах

Для управления доступом внедрена ролевая модель (RBAC) через Spring Security. Пользователи с ролью ADMIN получают доступ к API управления данными, а USER – только к своим ресурсам. Интеграция с Keycloak обеспечивает аутентификацию по OAuth 2.0.

Тестирование системы проводилось в двух сценариях. Нагрузка в 1 000 одновременных запросов к зашифрованной БД показала увеличение времени отклика на 18 % по сравнению с незашифрованным вариантом.

Выявленные проблемы включали задержки при массовом удалении данных (более 10 000 записей) и ограничение билатерального фильтра при обработке изображений профилей. Для оптимизации предложены пакетная обработка анонимизации через Spring Batch, кеширование часто запрашиваемых данных с помощью Redis и переход на аппаратные модули безопасности (HSM) для управления ключами.

Практическое применение системы охватывает электронную коммерцию, медицинские порталы и государственные сервисы. Интеграция описанных методов демонстрирует, что соответствие GDPR достижимо без радикального изменения архитектуры приложения. Ключевым фактором остается грамотное комбинирование криптографических методов, контроля доступа и политик хранения данных.

Литература

1. Хоффман, Э. Безопасность веб-приложений. Разведка, защита, нападение / Э. Хоффман. СПб. : Питер. – 2022. – 336 с.
2. Барабанов, А. В. Разработка типовой методики анализа уязвимостей в веб-приложениях при проведении сертификационных испытаний по требованиям безопасности информации / А. В. Барабанов, А. В. Федичев. – Вопросы кибербезопасности. – 2016. – № 2 (15). – [Электронный ресурс] – <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tipovoy-metodiki-analiza-uyazvimostey-v-veb-prilozheniyah-pri-provedenii-ertifikatsionnyh-ispytaniy-po-trebovaniyam/viewer>. – Дата обращения : 15.04.2025.

Д. В. Бруенков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. С. Руденков**, канд. техн. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ СРЕДСТВАМИ PYTHON ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТУПА СОТРУДНИКОВ ПУТЕМ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПО ГЕОМЕТРИИ ЛИЦА

В условиях стремительного развития цифровых технологий и постоянного роста требований к безопасности современные системы аутентификации становятся настоящей визитной карточкой инноваций. Актуальность задачи распознавания лиц не вызывает сомнений: именно с помощью нейросетевых решений, реализованных на языке Python, удаётся достигать поразительной точности идентификации, что особенно важно при организации доступа сотрудников в учреждениях. Идентификация – это сравнение образцов по схеме «1:N». Чтобы идентифицировать личность система сравнивает обнаруженное лицо со всеми известными ей и даёт ответ на вопрос «Известен ли этот человек системе?» [1].

Современные алгоритмы компьютерного зрения, начиная от классических методов обработки изображений и заканчивая передовыми нейронными сетями, успешно преодолевают ограничения традиционных систем контроля доступа. Проект, опирающийся на принципы LBPH и использующий библиотеки OpenCV, TensorFlow и Keras, демонстрирует, как даже при неблагоприятных условиях (изменения освещённости, частичное закрытие лица) возможно добиться высокой точности распознавания. Эта методика не только повышает уровень безопасности, но и открывает новые горизонты в области удобства использования систем аутентификации.

Один из важных инструментов в нашей системе – метод каскадов Хаара (рисунок 1), который превращает обычную камеру в «острый взгляд» охранника. Эта технология появилась еще в 2000-х и до сих пор прижилась благодаря скорости и эффективности. Как это работает? Алгоритм смотрит на изображение через серию прямоугольных фильтров, выделяя контрастные области – например, тёмные глаза на светлом лице или линии носа. Каждый фильтр отбрасывает ненужные части, а оставшиеся участки проверяются более сложными фильтрами. В нашей разработке метод Хаара стал первым шагом в обработке: он быстро находит лица даже в толпе и экономит до 70 %

вычислительных ресурсов. Это позволяет системе работать в реальном времени на обычных компьютерах, а совместная работа с нейросетями дает возможность быстро проверять данные, сочетая скорость классического компьютерного зрения и возможности глубокого обучения.

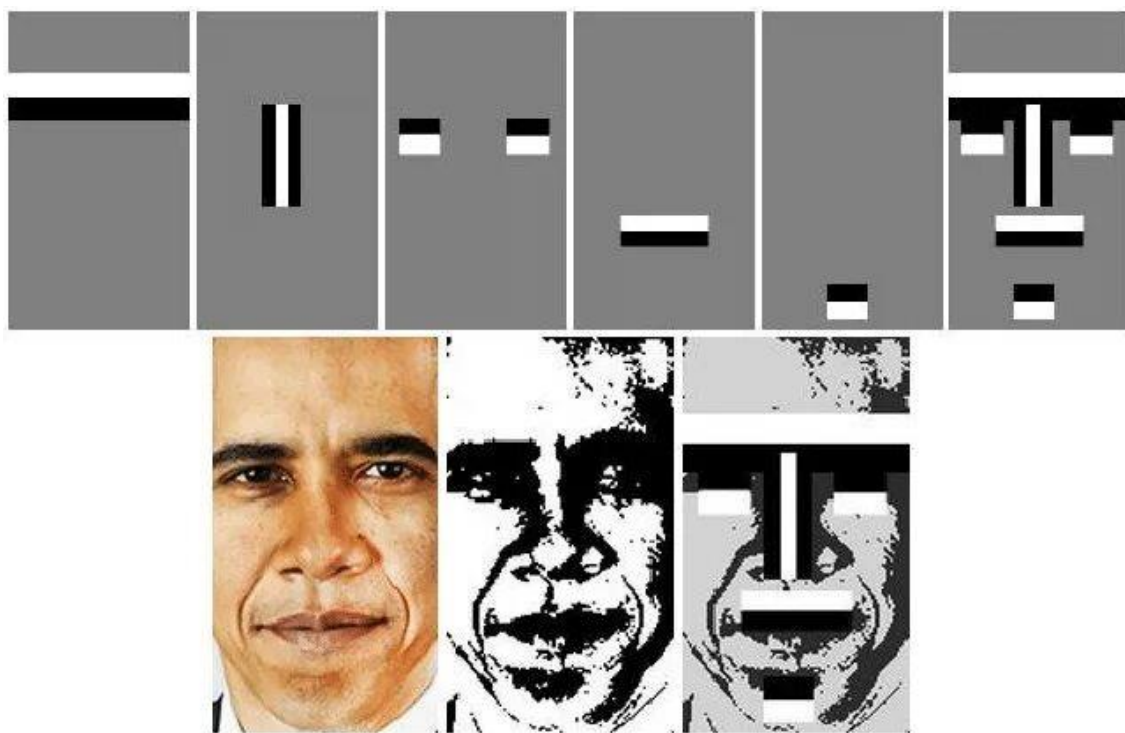


Рисунок 1 – Каскады Хаара, иллюстрирующие обнаружение лиц на фотографии с помощью прямоугольных областей

Наша система основана на библиотеке OpenCV (Open Source Computer Vision Library). OpenCV (от англ. Open Source Computer Vision Library) – это библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом. Библиотека распространяется по лицензии BSD, следовательно, она может свободно использоваться в академических и коммерческих целях [2]. OpenCV предлагает уже готовые алгоритмы для работы с изображениями, распознавания объектов и видео. Это делает её отличным выбором для задач, связанных с распознаванием лиц. В нашем приложении OpenCV отвечает за захват видео с камеры, обработку кадров и определение лиц с помощью каскадов Хаара. Благодаря своей производительности и совместимости с Python, нам удалось создать быструю и надежную систему аутентификации, работающую даже на слабых устройствах.

Система распознавания лиц построена по модульному принципу и включает три взаимосвязанных компонента. Первый модуль отвечает за создание датасета – он автоматически захватывает изображения с камеры, находит лица и формирует базу для обучения, сохраняя каждое изображение с уникальным идентификатором. Второй модуль занимается обучением модели с использованием метода LBPH (Local Binary Patterns Histograms), который анализирует текстуру лица и создает уникальные цифровые отпечатки. Третий модуль – это система идентификации, которая в реальном времени сравнивает лица с камеры с базой данных, принимая решение о доступе. Программный код обученной модели изображён на рисунке 2. Такая трёхэтапная архитектура делает систему гибкой: можно добавлять новых пользователей в датасет, переобучать модель для повышения точности, а алгоритм идентификации легко интегрировать с уже существующими системами контроля доступа.

```

import cv2
import os
path = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
recognizer = cv2.face.LBPHFaceRecognizer_create()
trainer_path = path + r'/trainer/trainer.yml'
print(f"Путь к файлу тренера: {trainer_path}")
recognizer.read(trainer_path)
faceCascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.haarcascades + "haarcas-
cade_frontalface_default.xml")
cam = cv2.VideoCapture(0)
font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
while True:
    ret, im = cam.read()
    if not ret:
        print("Не удалось захватить видео")
        break
    gray = cv2.cvtColor(im, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = faceCascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.2, minNeigh-
bors=5, minSize=(100, 100), flags=cv2.CASCADE_SCALE_IMAGE)
    for (x, y, w, h) in faces:
        nbr_predicted, confidence = recognizer.predict(gray[y:y+h, x:x+w])
        if confidence < 50:
            if nbr_predicted == 1:
                name = 'Denis Bruenkov'
                color = (0, 255, 0)
            else:
                name = 'Unknown'
                color = (0, 0, 255)
        else:
            name = 'NoName'
            color = (0, 0, 255)
        cv2.rectangle(im, (x, y), (x+w, y+h), color, 2)
        cv2.putText(im, name, (x, y-10), font, 0.9, color, 2)
    cv2.imshow('Face recognition', im)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
cam.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

Рисунок 2 – Программный код обученной модели для идентификации лиц с камеры

Таким образом, Python-библиотеки позволяют сравнительно быстро и эффективно создать надежное приложение для анализа видеопотока с использованием нейросетей с целью оптимизации систем контроля и управления для организации доступа сотрудников путем аутентификации по геометрии лица.

Литература

1. Губарев, А. С. Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа) на тему «Разработка интеллектуальной системы распознавания лиц» / А. С. Губарев, Тольятти, 2022. – 12 с.
2. Прохоренок, Н. OpenCV и Java: обработка изображений и компьютерное зрение. / Н. Прохоренок, Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2018. – 7 с.

А. В. Бунченко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. Е. Пугачева**, ст. преподаватель

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА УСЛУГ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Автоматизация процессов управления жилищно-коммунальным хозяйством (ЖКХ) является необходимым условием повышения эффективности работы данной сферы. Веб-приложение для расчета услуг ЖКХ позволяет не только сократить временные и

финансовые затраты на обработку данных, но и повысить точность расчетов, снизить риск ошибок и улучшить качество обслуживания населения.

Жилищно-коммунальное хозяйство – одна из ключевых отраслей экономики, влияющая на комфорт и качество жизни граждан. В современных условиях, когда объемы данных стремительно растут, а требования к прозрачности и точности расчетов ужесточаются, необходимо внедрение информационных технологий, способных автоматизировать учет потребления коммунальных ресурсов, интегрировать системы расчетов и предоставлять удобный интерфейс для пользователей. Основные функциональные возможности приложения должны включать в себя:

- ведение лицевого счета и приборов учета;
- автоматизацию расчетов начислений, перерасчетов и задолженностей;
- интеграцию с внешними системами, такими как АИС «Расчет» и Биллинговая система ЖКХ;
- генерацию аналитической отчетности для пользователей и организаций;
- повышение удобства взаимодействия граждан с ЖКХ-организациями через современные веб-технологии.

Таким образом, при реализации вышеперечисленных функций, веб-приложение для расчета услуг ЖКХ будет отвечать современным требованиям цифровизации, обеспечивая прозрачность расчетов, снижение затрат и повышение эффективности управления ресурсами. Внедрение подобных систем способствует повышению платежной дисциплины, оптимизации работы ЖКХ-организаций и улучшению качества обслуживания населения.

А. В. Бунченко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. Е. Пугачева**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА УСЛУГ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Жилищно-коммунальное хозяйство представляет собой сложную систему учета и управления ресурсами. Для эффективной автоматизации расчетов ЖКХ необходимо спроектировать веб-приложения с учетом таких требований, как надежность, возможность обработки больших объемов данных, интеграция с государственными и частными сервисами, а также удобство эксплуатации.

Разработка веб-приложения для автоматизации расчетов в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) требует использования современных архитектурных решений. Именно поэтому для реализации выбрана многоуровневая архитектура веб-приложения, обеспечивающая масштабируемость, отказоустойчивость и удобство интеграции с внешними сервисами.

Для разработки выбрана трехуровневая архитектура, что обеспечивает четкое разделение логики системы, снижение нагрузки на сервер и упрощение масштабирования. Основные уровни архитектуры:

1. Слой представления (Frontend).
2. Слой бизнес-логики (Backend).
3. Слой данных (Database).

Слой представления отвечает за пользовательский интерфейс, обеспечивающий доступ к функционалу системы через веб-браузер. В рамках этого слоя реализуется интеграция с REST API бэкенда, что позволяет пользователям получать данные в режиме реального времени. Важным требованием является удобство работы конечных пользователей

(потребителей услуг ЖКХ), поэтому интерфейс должен разрабатываться с учетом современных UX/UI-подходов, адаптивности и доступности.

Слой бизнес-логики – это центральный компонент системы, который выполняет обработку запросов, реализует бизнес-правила и осуществляет вычисление начислений. Для реализации этого слоя будет использован Spring Framework, что позволит эффективно управлять зависимостями и упростит разработку REST API. Основными функциями слоя бизнес-логики являются:

- обработка данных лицевых счетов и приборов учета;
- автоматизация расчетов начислений, перерасчетов и задолженностей;
- взаимодействие с внешними сервисами, такими как АИС «Расчет» и Биллинговая система ЖКХ;
- авторизация и контроль доступа пользователей;
- формирование отчетности по начислениям, платежам и задолженностям.

В качестве хранилища данных выбрана Oracle Database с применением PL/SQL. В базе данных будет храниться:

- информация о пользователях и их лицевых счетах;
- данные о приборах учета и их показаниях;
- расчеты начислений, льгот, перерасчетов и задолженностей;
- история платежей и транзакций.

Для оптимизации работы с большими объемами информации будет использоваться индексация, нормализация таблиц и механизмы репликации данных.

Веб-приложение активно взаимодействует с внешними сервисами через REST API. Это позволяет интегрировать систему с государственными и коммерческими платформами учета ЖКХ. Основные направления интеграции включают:

- получение данных о начислениях и платежах из внешних биллинговых систем;
- отправку отчетов и агрегированных данных в государственные контролирующие органы;
- подключение к платежным сервисам для автоматизированного приема платежей.

Использование многоуровневой архитектуры и современных технологий позволяет обеспечить надежную и масштабируемую систему для расчета услуг ЖКХ. Веб-приложение способствует автоматизации процессов учета и расчетов, снижению затрат, а также повышению качества обслуживания пользователей. Благодаря интеграции с внешними сервисами и использованию REST API, система легко адаптируется к изменениям в законодательстве и требованиям бизнеса.

А. А. Быстревский

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. А. Лукашевич**, ст. преподаватель

РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ TCP-SOCKETS В LINUX

Клиент-серверная архитектура – это способ организации сетевого взаимодействия, где одна программа (сервер) предоставляет услуги, а другая (клиент) ими пользуется. Сервер всегда работает в фоновом режиме, ожидая запросов от клиентов, а клиент подключается только когда ему нужно что-то получить или отправить.

Основой такого взаимодействия выступает протокол TCP (Transmission Control Protocol). Рассмотрим роль TCP в клиент-серверном взаимодействии. Это надежный потоковый протокол, который гарантирует: **установление соединения** (процесс «троечного рукопожатия» – SYN, SYN-ACK, ACK); **последовательную доставку данных**

(пакеты приходят в том же порядке, в котором были отправлены); **контроль целостности** (проверка контрольных сумм и повторная передача при потере пакетов); **управление потоком** (механизм «скользящего окна» предотвращает перегрузку сети). В отличие от UDP, TCP обеспечивает надежную передачу, но за это приходится платить небольшими накладными расходами (дополнительные заголовки, подтверждения получения).

Для работы с сетью в Linux используются сокеты – это специальные файловые дескрипторы, которые позволяют программам обмениваться данными. TCP-сокеты бывают двух видов:

Сокет – это программный интерфейс для обмена данными между процессами, в том числе по сети. В Linux сокеты представляют собой файловые дескрипторы, что позволяет работать с ними как с обычными файлами (чтение/запись).

Типы TCP-сокеты:

Серверный сокет – ожидает подключений (listen()).

Клиентский сокет – подключается к серверу (connect()).

Основные этапы работы сервера:

Создание сокета (socket()).

Привязка к IP-адресу и порту (bind()).

Ожидание подключений (listen()).

Принятие соединения (accept() – возвращает новый сокет для обмена данными).

Обмен сообщениями (send(), recv()).

Закрытие соединения (close()).

Клиентский сокет работает проще:

Создание сокета (socket())(рисунок 1).

Подключение к серверу (connect()).

Обмен данными (send(), recv()).

Закрытие соединения (close()).

```
///< #include <sys/socket.h>
int sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
///< AF_INET - IPv4 формат адреса
///< SOCK_STREAM - TCP протокол передачи данных
```

Рисунок 1 – Пример создания TCP/IPv4 сокета

Настраивается серверная часть (рисунок 2).

```
///< #include <arpa/inet.h>
///< #include <netinet/in.h>
struct sockaddr_in addr = {}; ///< структура для заполнения адреса для входящих соединений
addr.sin_family = AF_INET; ///< протокол IPv4
addr.sin_port = htons(1234); ///< порт 1234
addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY; ///< принимает подключение на все интерфейсы
```

Рисунок 2 – Настройка адреса сервера для приёма входящих соединений

Подключается клиент (рисунок 3).

```
connect(sock, (struct sockaddr*)&addr, sizeof(addr));
///< sock - передаём дескриптор сокета по значению
///< (struct sockaddr*)&addr приведение sockaddr_in к обобщённому sockaddr
///< sizeof(addr) передаём байтовый размер переменной структуры
```

Рисунок 3 – Функция подключения клиента к серверному сокету

Для отправки и получения данных используются функции (рисунок 4).

```
send(sock, "Hello", 5, 0); // отправка данных
///< sock - передаём дескриптор сокета по значению
///< "Hello" - строка для передачи
///< 5 - байтовый размер строки
recv(sock, buffer, sizeof(buffer), 0); // Получение данных
///< buffer - ссылка на массив, куда будут записаны данные
///< sizeof(buffer) - размер буфера для приёма данных
```

Рисунок 4 – Функции отправки и приёма сообщений

Функция **poll()**: эффективное управление множеством соединений.

Когда сервер должен обрабатывать несколько клиентов одновременно, простой подход с `accept()` и блокирующими `recv()` становится неэффективным. Решением является **мультиплексирование** – мониторинг нескольких сокетов на предмет активности.

Функция `poll()` позволяет отслеживать события на множестве файловых дескрипторов (включая сокеты) без активного ожидания.

Как работает poll(): программа передает массив структур `struct pollfd`, где для каждого сокета указывается, какие события интересуют (например, `POLLIN` – «есть данные для чтения»). `poll()` блокирует выполнение программы до тех пор, пока:

- не произойдет событие на одном из сокетов;
- не истечет таймаут.

После возврата из `poll()` программа проверяет, какие сокеты стали активными, и обрабатывает их (рисунок 5).

```
struct pollfd fds[2];
///< массив структур pollfd
///< размер массива обозначает сколько файловых дескрипторов будет отслеживаться
fds[0].fd = sock; ///< указываем что отслеживаем сокет sock
fds[0].events = POLLIN; ///< Следим за входящими данными

fds[1].fd = STDIN_FILENO; ///< вторая структура отслеживает уже стандартный поток ввода
fds[1].events = POLLIN;
poll(fds, 2, 1000); ///< ожидаем поступление данных от 1 и 2 дескриптора 1000 миллисекунд
```

Рисунок 5 – Функция ожидания событий над файловым дескриптором

Таким образом, зная эти основные элементы (сокеты, функции connect/send/recv и poll), можно создавать самые разные клиент-серверные приложения – от простых чатов до сложных распределенных систем. Главное преимущество TCP – это надежность, а главная сложность – необходимость правильно обрабатывать все возможные ошибки соединения.

Литература

1. Холл, Б. Сетевое программирование от Биджа : Использование Интернет Сокетов [Электронный ресурс] / 2012. – Режим доступа: https://beej.us/guide/bgnet/translations/bgnet_A4_rus.pdf. – Дата доступа: 18.03.2025.

2. Linux manual page [Электронный ресурс, книга] – Режим доступа: <https://man7.org/linux/man-pages/man1/man.1.html>. – Дата доступа: 18.03.2025.

С. В. Васильев, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

ОБРАБОТКА ОШИБОК В ASP.NET CORE С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ ERROROR

Обработка ошибок в веб-приложениях является одной из ключевых задач для обеспечения надежности и предсказуемости работы приложения. Традиционные подходы в ASP.NET Core, такие как использование исключений и фильтров, приводят к фрагментации логики обработки ошибок, усложнению кода и трудностям в поддержке. Библиотека ErrorOr предлагает альтернативный подход, основанный на явном возврате ошибок через обобщенный тип `ErrorOr<T>`, который интегрируется в архитектуру приложения, обеспечивая централизованную и типобезопасную обработку ошибок.

Использование ErrorOr позволяет отказаться от механизма исключений в бизнес-логике, заменив его на структурированное возвращение ошибок как части результата операции. Это не только устраняет необходимость в многочисленных блоках try-catch, но и делает возможные сценарии ошибок явными в сигнатурах методов, что повышает читаемость кода и снижает риск непредвиденных исключений.

Библиотека способствует соблюдению принципов чистого кода, отделяя логику обработки ошибок от бизнес-логики. Контроллеры получают результат типа `ErrorOr<T>`, что позволяет централизованно обрабатывать успешные и ошибочные сценарии, а также улучшает тестируемость кода за счет предсказуемости возвращаемых состояний. Кроме того, явное декларирование ошибок в методах служит формой самодокументирования, упрощая понимание кода новыми разработчиками.

Гибкость библиотеки ErrorOr проявляется в поддержке кастомизации ошибок, что полезно для локализации сообщений и детального логирования. Совместимость с библиотеками валидации расширяет возможности обработки входных данных, обеспечивая единый стиль работы со сбоями на всех уровнях приложения.

Таким образом, внедрение ErrorOr в ASP.NET Core приложениях не только повышает надежность за счет устранения непредвиденных ошибок, но и сокращает время на рефакторинг и отладку. Библиотека способствует созданию чистого, модульного кода, соответствующего современным стандартам разработки, что делает ее ценным инструментом для проектов, где важны читаемость, поддерживаемость и устойчивость к исключительным ситуациям.

С. В. Гагалушко
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **И. Б. Просвирнина**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И АНАЛИЗА СХЕМЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТА ШАМИРА

Схема разделения секрета Шамира (SSS) представляет собой фундаментальный инструмент в криптографии и информационной безопасности, позволяющий разделять критически важную информацию между множеством участников таким образом, что для ее восстановления требуется собрать определенное, заранее установленное пороговое количество долей. Этот механизм обеспечивает устойчивость к компрометации части участников и повышает общую безопасность системы. В настоящее время, когда защита данных приобретает все большее значение, глубокое понимание и практическое применение SSS становятся особенно актуальными. Настоящая работа посвящена разработке и анализу интерактивного программного обеспечения, предназначенного для обучения принципам работы схемы разделения секрета Шамира и ее применению в контексте автоматизированных исследований. Целью разработки является создание инструмента, позволяющего пользователю освоить сложные математические концепции, лежащие в основе SSS, через практическое взаимодействие с алгоритмом, а также предоставить платформу для изучения влияния различных параметров схемы на ее эффективность и устойчивость к атакам.

Алгоритм SSS состоит из двух ключевых этапов: генерации долей секрета и восстановления секрета. На этапе генерации долей секрета выбирается простое число p , значение которого должно быть больше, чем сам секрет s . Определяется порог t (минимальное количество долей, необходимое для восстановления секрета) и общее количество долей n , при этом n должно быть больше или равно t . Ключевым элементом является построение полинома степени $t-1$ по формуле:

$$f(x) = s + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{t-1}x^{t-1} \bmod p, \quad (1)$$

где a_i представляют собой случайные коэффициенты.

Для каждого участника i вычисляется доля секрета $f(i)$. В разработанном программном обеспечении автоматизированы все этапы генерации долей. Программа предоставляет возможность пользователю задавать секрет s , простое число p , порог t и количество долей n . Реализован модуль для визуализации процесса построения полинома, что позволяет наглядно проследить зависимость между коэффициентами и формой кривой полинома. Также предусмотрена возможность выбора различных криптографически стойких генераторов случайных чисел для обеспечения безопасности генерируемых коэффициентов. Особое внимание уделено контролю ввода данных, включая проверку на простоту числа p и соблюдение условия $n \geq t$. На этапе восстановления секрета, для которого требуется собрать как минимум t долей, происходит восстановление секрета с использованием интерполяции Лагранжа. Секрет вычисляется по формуле

$$s = \sum_i y_i \cdot L_i(0) \bmod p, \quad (2)$$

$$\text{где } L_i(0) = \prod_j \left(\frac{x_j}{x_j - x_i} \right);$$

y_i – значения собранных долей,

x_i – соответствующие значения индексов участников. Разработанное программное обеспечение позволяет пользователю выбирать произвольные t долей из сгенерированных ранее. Программа автоматически вычисляет результирующий полином Лагранжа.

Приложение реализовано с использованием языка Python и фреймворка PyQt для построения графического интерфейса пользователя. Ключевым аспектом разработки стала оптимизация производительности и безопасности алгоритма разделения секрета Шамира. Был реализован модуль генерации случайных задач, автоматически создающий наборы параметров для SSS (секрет, поле p , порог t , количество долей n), позволяя пользователю тренироваться на разнообразных примерах с различными уровнями сложности, определяемыми величиной чисел и сложностью вычислений. Для оптимизации вычислений на этапах генерации и восстановления секрета разработан специализированный модуль, содержащий эффективную реализацию алгоритма интерполяции Лагранжа и оптимизированные методы работы с большими числами, минимизирующие время вычислений. Для обеспечения дополнительного уровня защиты реализован модуль шифрования долей, шифрующий каждую долю секрета с использованием алгоритма AES (Advanced Encryption Standard) с ключом, генерируемым для каждого участника, предотвращая раскрытие секрета, даже если часть долей будет скомпрометирована. Включен модуль проверки целостности долей, обеспечивающий вычисление и проверку контрольных сумм (хэшей) для каждой доли секрета, позволяя, использовать в алгоритме SSS. Реализован модуль экспорта данных, позволяющий сохранять сгенерированные параметры схемы, доли секрета и результаты вычислений в различных форматах (например, CSV, JSON) для дальнейшего анализа и использования.

Разработанное приложение обладает значительным потенциалом для применения в автоматизированных исследованиях в области криптографии и информационной безопасности. Одним из ключевых направлений является тестирование устойчивости SSS к различным видам атак, в частности, к атакам на целостность долей, когда злоумышленник пытается внести изменения в перехваченные доли для искажения восстановленного секрета. Приложение позволяет автоматизировать генерацию большого количества схем разделения секрета с различными параметрами, что позволяет проводить масштабные эксперименты по оценке влияния параметров схемы (таких как размер простого числа p , порог t , общее количество долей n) на ее устойчивость к подобным атакам. Можно, например, моделировать ситуации, когда часть участников скомпрометирована и предоставляет злоумышленнику неверные значения долей, и оценивать вероятность успешного восстановления секрета при различных стратегиях выбора долей для интерполяции Лагранжа. Кроме того, приложение может быть использовано для исследования устойчивости к статистическим атакам, направленным на выявление зависимостей между значениями долей и секретом, особенно в случаях, когда генератор случайных чисел, используемый для создания коэффициентов полинома, не обладает достаточной криптографической стойкостью. Возможность экспорта данных в различные форматы (например, CSV) облегчает последующий анализ результатов тестирования с использованием специализированных статистических пакетов.

К. С. Гапонова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ WEB-САЙТА «АМЕЛИЯ»

База данных web-сайта «Амелия» разработана для хранения, управления и обработки информации о продукции, а также для организации работы пользователей и администраторов. Функционал системы включает в себя просмотр каталога товаров и добавление его в корзину, регистрацию и авторизацию пользователей, а также возможность управления данными через интерфейс.

Сайт разработан на языке PHP с использованием реляционной базы данных MySQL, обеспечивающей целостность и удобство работы с данными. Система поддерживает механизм поиска и сортировки, позволяющий пользователям быстро находить нужную информацию по заданным критериям.

Архитектура системы включает в себя три основных компонента:

- интерфейс;
- обработчик запросов;
- базу данных.

Интерфейс – web-приложение, через которое пользователи взаимодействуют с системой. Оно предоставляет доступ к каталогу товаров, аутентификацию, управление учетными записями и административный функционал. Реализованы операции просмотра товаров, добавления, редактирования, удаления и управления пользователями и их ролями, а также сортировка и поиск данных.

Обработчик запросов – промежуточный слой, который выполняет обработку данных перед их записью или извлечением из базы. Он отвечает за валидацию пользовательских данных, выполнение CRUD-операций (создание, чтение, обновление и удаление записей), а также обработку поисковых и фильтрационных запросов.

База данных – основное хранилище информации о пользователях и администраторах. В ней структурированы таблицы, содержащие сведения об учетных записях.

Функциональные возможности включают в себя работу просмотра каталога товаров с детальной информацией, фильтрация и сортировка данных, добавление новых заказов в корзину, редактирование существующих записей и удаление устаревших позиций.

Также есть возможность регистрации и авторизации пользователей и администрирование.

Разработанная система представляет собой надежную базу данных, обеспечивающую хранение и управление информацией о продукции, а также удобное взаимодействие пользователей с web-сайтом. Реализованные функции позволяют эффективно управлять контентом и предоставлять пользователям удобные инструменты для работы с каталогом товаров.

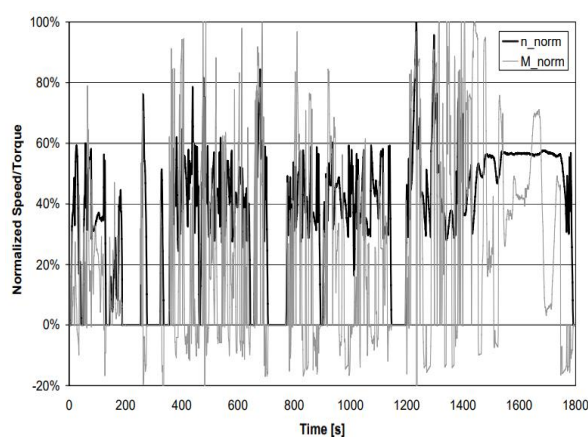
А. П. Германович, Т. А. Гришков, В. П. Щеклеина
(БНТУ, Минск)

Науч. рук. **Н. В. Воюш**, ст. преподаватель

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ИСПЫТАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ WHTC

Тест WHTC представляет собой график динамометрических испытаний двигателя в переходном режиме, определенный глобальным техническим регламентом GTR (global technical regulation), разработанным группой UN ECE GRPE (Group of Experts on

the Construction of Vehicles. Group of Rapporteurs on Pollution and Energy) [1]. GTR охватывает всемирную гармонизированную процедуру сертификации большегрузных автомобилей (WHDC) для выбросов выхлопных газов двигателя, в состав газовой смеси которого входят такие вещества как: CH_4 (метан), C_2H_6 (этан), C_3H_8 (пропан), CO (окись углерода), CO_2 (диоксид углерода), DOP (диоктилфталат), HC (углеводороды), H_2O , NMHC (неметановые углеводороды), NO_x (оксиды азота), PM (твердые частицы). Регламент основан на всемирной модели использования реальных большегрузных коммерческих транспортных средств. Для того, чтобы продемонстрировать работу двигателя в различных условиях, соответствующих ЕС, США, Японии и Австралии, был разработан репрезентативный переходной цикл испытаний WHTC (world transient test cycle) с требованиями как холодного, так и горячего запуска. Продолжительность испытания составляет 1800 секунд, в ходе его проведения изменяются значения нормализованных скорости, а также момента, передаваемого двигателем (рисунок 1). Все значения сводятся в таблицу, аналогичную таблице, приведенной в официальной документации, сопровождающей правила проведения испытания (рисунок 1) [2].



а

Time	Norm. Speed	Norm. Torque	Time	Norm. Speed	Norm. Torque	Time	Norm. Speed	Norm. Torque
s	per cent	per cent	s	per cent	per cent	s	per cent	per cent
1	0.0	0.0	47	0.0	0.0	93	32.8	32.7
2	0.0	0.0	48	0.0	0.0	94	33.7	32.5
3	0.0	0.0	49	0.0	0.0	95	34.4	29.5
4	0.0	0.0	50	0.0	13.1	96	34.3	26.5
5	0.0	0.0	51	13.1	30.1	97	34.4	24.7
6	0.0	0.0	52	26.3	25.5	98	35.0	24.9
7	1.5	8.9	53	35.0	32.2	99	35.6	25.2
8	15.8	30.9	54	41.7	14.3	100	36.1	24.8
9	27.4	1.3	55	42.2	0.0	101	36.3	24.0
10	32.6	0.7	56	42.8	11.6	102	36.2	23.6
11	34.8	1.2	57	51.0	20.9	103	36.2	23.5

б

Рисунок 1 – а – График проведения цикла WHTC;
б – пример схемы динамического нагружения двигателя во время испытаний

В результате будет получена посекундная последовательность нормализованных значений скорости и крутящего момента, применимых ко всем двигателям. Для проведения испытания на лабораторной установке двигателя нормализованные значения должны быть преобразованы в фактические значения для отдельного испытываемого двигателя на основе кривой картирования. Преобразование называется денормализацией, а испытательный цикл, разрабатывается как эталонный цикл испытываемого двигателя. С этими эталонными значениями скорости и крутящего момента цикл должен быть запущен на установке, и фактические значения скорости, крутящего момента и мощности должны быть зарегистрированы. Для подтверждения испытательного запуска между эталонными и фактическими значениями скорости, крутящего момента и мощности по завершении опыта должен быть проведен регрессионный анализ.

Разделяются два вида пуска из-за различий в выбросах при различной температуре двигателя. Предлагаемая процедура содержит тест с холодным запуском, за которым следует горячее вымачивание и запуск с теплым двигателем. Следовательно, общий результат рассчитывается с использованием весовых коэффициентов для тестов с холодным и горячим запуском. Для WHTC в Европе в настоящее время предлагаются весовые коэффициенты 10 % для теста с холодным запуском и 90 % для теста с горячим запуском.

Топливо при низкой температуре хуже воспламеняется, что потребует более богатой топливной смеси. Следовательно, многократно увеличивается количество выбросов вредных веществ в атмосферу, так как реакция селективного каталитического восстановления, то есть каталитическая реакция, которая использует аммиак для восстановления оксидов азота (NOx) до безвредного азота (N₂) и воды, будет проходить менее эффективно. Время нагрева будет зависеть от конфигурации выхлопной системы, такой как длина и тепловая инерция труб, а также от положения сажевого фильтра.

Горячее вымачивание подразумевает, что двигатель некоторое время стоит неподвижно, прежде чем будет проведено испытание с горячим двигателем. Период горячего вымачивания зачастую составляет 5 либо 10 минут. Может быть увеличение NOx по сравнению с испытанием без времени вымачивания, поскольку во время вымачивания катализатор SCR, ответственный за реакцию селективного каталитического восстановления, и компоненты выхлопной системы могут остыть ниже температуры включения. Возможность возникновения такого эффекта зависит от температуры выхлопной системы и катализатора в конце первого испытания (с холодным запуском) и кривых охлаждения компонентов выхлопной системы исследуемого двигателя.

Для проведения испытаний используются автоматизированные стенды. Благодаря их применению упрощается процесс сбора показаний датчиков различных веществ, выделяемых при работе двигателя, а также упрощается контроль нагружения исследуемого двигателя. Для удобства оператора необходимо, чтобы стенд в автоматическом режиме собирал данные внешних датчиков, выводил их на панель в графической форме для удобства контроля процесса, а также автоматически протоколировал данные, подставлял необходимые значения в расчетные формулы и формировал готовый отчет. Также необходимо, чтобы испытания проходили во всех заявленных режимах, соответственно, должны быть прописаны подпрограммы испытаний, а переключение между режимами было простым и понятным для оператора.

В каждом цикле такой программы электропривод, создающий нагрузку на двигатель, должен прикладывать момент, соответствующий денормализованному значению момента из таблицы для конкретной секунды теста. Контроль за качеством отработки программы проводится с помощью встроенного (in-line) инфракрасного датчика крутящего момента, расположенного между валами двигателей. Такое размещение позволяет сделать конструкцию стенда компактной, а также проводить измерения при больших мощностях и существенно снизить возможность возникновения погрешностей благодаря близкому расположению к источнику момента, а также бесконтактному съему показателей ИК-датчиком, не подверженным наведению ошибок магнитными полями, а также износу (ввиду отсутствия контактных колец и подшипников) [3].

Для качественного газового анализа выхлопной смеси необходимо отводить её по специальному каналу с минимальной проницаемостью воздуха к датчику твердых частиц, а далее к измерительной кювете газоанализатора, предварительно пройдя через фильтры грубой очистки, отделитель влаги и фильтр тонкой очистки. Полученные результаты на протяжении цикла передаются на экран блока управления, а также анализируются программой, вычисляются концентрации всех компонентов и заносятся в файл, автоматически заполняя форму бланка отчета испытания двигателя.

В связи с тем, что существует разнообразие среди методов и типов испытаний двигателей, целесообразным будет конструирование специализированного испытательного стенда для циклов WHTC в качестве одного из составных модулей комплекса лабораторных исследований. Так появляется возможность разработки полного комплекса совместимого испытательного оборудования, связанного с помощью общего ПО, которое можно будет применять как в отдельности, так и совместно, без необходимости дублировать некоторые функции в других стендах.

Таким образом, автоматизированный стенд испытания дизельных двигателей при отработке динамических циклов WHTC, дает возможность оптимизировать процесс лабораторного анализа работы двигателя под нагрузкой в различных условиях, имитирующий реальные условия эксплуатации. При этом за счет автоматического заполнения бланков отчета и заранее прописанных режимов нагружения участие человека сводится к минимуму, проведение опыта, хранение и оформление документации, а также её предварительный анализ не требуют большого штата и высокого уровня квалификации персонала, значительно сокращают затраты предприятия.

Литература

1. Test procedure for compression-ignition (c.i.) engines and positiveignition (p.i.) engines fuelled with natural gas (ng) or liquefied petroleum gas (lpg) with regard to the emission of pollutants: Global technical regulation No.4, (ECE/TRANS/180/Add.4) // Global Registry / United Nations. Established 15, November 2006; registered 25 January 2007. – Geneva, 2007.
2. Verbeek, R. Correlation Factors between European and World Harmonised Test Cycles for heavy-duty engines// Ligterink N., Assignor H.,01.12.2008.
3. Датчик крутящего момента, статика или динамика? [Электронный ресурс]. – Пром-текст. – Режим доступа: <https://www.prom-tex.org/solutions/izmerenie-krutyashchego-momenta/datchik-krutyashchego-momenta-statika-ili-dinamika/>. – Дата доступа : 02.03.2025.

А. А. Голец

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **И. Л. Стефановский**, ст. преподаватель

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ

Введение. Автоматизация производственных процессов становится ключевым фактором повышения эффективности, конкурентоспособности и качества продукции на предприятиях пищевой промышленности. Особую значимость приобретает автоматизация процесса контроля, который гарантирует соблюдение стандартов качества на всех этапах производства.

Данный проект посвящен разработке программного комплекса, направленного на автоматизацию процесса контроля производства консервов. Внедрение такого комплекса обеспечивает снижение влияния человеческого фактора, оптимизацию использования ресурсов и улучшение качества готовой продукции. Основой для реализации решения является платформа 1С, которая предоставляет широкие возможности для интеграции, аналитики и управления производственными процессами.

Результаты и обсуждение. Современные предприятия сталкиваются с множеством вызовов, среди которых необходимость соблюдения международных стандартов качества, снижение производственных расходов и повышение прозрачности процессов. В пищевой промышленности контроль на каждом этапе производства играет решающую роль, так как он напрямую влияет на безопасность и качество продукции.

Введение автоматизированного контроля позволяет существенно снизить вероятность ошибок, вызванных человеческим фактором, и гарантировать, что продукция будет соответствовать установленным стандартам. Это укрепляет доверие потребителей и повышает репутацию компании. Кроме того, автоматизация упрощает учет ресурсов, отслеживание партий продукции и контроль за всеми этапами производства. Это не

только увеличивает производительность, но и помогает точнее управлять запасами, минимизируя перерасход и потери.

Программный комплекс автоматизации на базе 1С способствует значительному сокращению расходов, что особенно важно в условиях жесткой конкуренции. Он минимизирует необходимость ручного труда, упрощает работу с данными и ускоряет процесс принятия решений, повышая общую эффективность предприятия.

В долгосрочной перспективе внедрение автоматизации – это стратегический шаг, направленный на цифровую трансформацию предприятия. Такой подход не только решает текущие задачи, но и закладывает основу для будущих инноваций, обеспечивая устойчивое развитие. Таким образом, программный комплекс автоматизации процесса контроля производства консервов является неотъемлемой частью современного и успешного предприятия.

Существует несколько аналогов программного комплекса автоматизации процесса контроля производства консервов. Одним из аналогов является программная система для контроля герметичности консервной продукции и дозирования жидкого азота. Она позволяет повысить точность контроля, снизить потери и увеличить качество продукции. Это решение актуально для предприятий, ориентированных на обеспечение длительного хранения и безопасности консервов.

Другим примером является автоматизированная система управления технологическим процессом стерилизации. Стерилизация играет ключевую роль в производстве консервов, обеспечивая их безопасность и качество. Данный комплекс помогает автоматизировать управление стерилизационными установками, что способствует оптимизации процессов и экономии ресурсов.

Ещё один аналог – аппаратно-программный комплекс для управления технологическими процессами. Этот комплекс включает инструменты для диагностики и мониторинга оборудования, а также управления различными этапами производства. Он адаптируем под конкретные потребности производства, в том числе для контроля качества продукции.

Программный комплекс для автоматизации контроля производства консервов на платформе «1С:Предприятия 8» строится на модульной структуре, обеспечивающей удобство использования, адаптивность и производительность [1]. Основой системы является централизованная база данных, где аккумулируется информация о технологических процессах, сырье и готовой продукции, что гарантирует целостность данных и их доступность.

Модульная структура включает компоненты для управления данными, анализа показателей, мониторинга процессов и формирования отчетности. Модули легко масштабируются и адаптируются под конкретные задачи предприятия. Интеграция с внешними системами и оборудованием позволяет наладить взаимодействие с технологическим оснащением и учетными программами, создавая единую информационную среду.

Интуитивно понятный интерфейс предоставляет пользователям доступ к ключевым функциям и визуализации данных, облегчая управление процессами [2]. Также возможно внедрение аналитических инструментов на базе искусственного интеллекта, что открывает перспективы для прогнозирования и оптимизации производства.

Заключение. Программный комплекс автоматизации на базе «1С:Предприятия 8» отличается гибкостью, точностью и удобством. Его модули не только минимизируют ошибки и оптимизируют контроль за производством, но и помогают формировать аналитические отчеты для оперативного принятия решений. Возможность интеграции с внешними системами обеспечивает единую информационную среду для управления предприятием. Приложение соответствует международным стандартам качества, что делает его привлекательным для предприятий, стремящихся выйти на новые рынки. Таким образом, этот комплекс – эффективное решение для долгосрочного развития и повышения конкурентоспособности.

Литература

1. Радченко, М. Г. Архитектура и работа с данными «1С:Предприятия 8» / М. Г. Радченко. – М. : 1С-Паблишинг, 2019. – 268 с.
2. Ажеронок, В. А. Разработка интерфейса прикладных решений на платформе «1С:Предприятие 8» / В. А. Ажеронок. – СПб. : 1С-Паблишинг, 2020. – 602 с.

М. С. Городнянская
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ И ГЕНЕРАЦИИ QR-КОДОВ

В современном мире QR-коды стали неотъемлемой частью повседневной жизни, применяясь в самых различных сферах — от коммерции и маркетинга до образования и здравоохранения. Благодаря простоте использования и возможности быстрого считывания информации, QR-коды помогают значительно упростить процесс обмена данными. Актуальность темы разработки приложения для сканирования и генерации QR-кодов обусловлена высокой востребованностью технологий, которые позволяют быстро и безопасно передавать информацию.

Целью данного проекта является создание приложения, способного сканировать и генерировать QR-коды, обеспечивая быстрое действие, надежность и удобство использования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить существующие подходы к разработке приложений для работы с QR-кодами.
2. Разработать функционал сканирования QR-кодов с помощью камеры мобильного устройства.
3. Реализовать возможность генерации QR-кодов на основе введенной пользователем информации.
4. Обеспечить удобный и интуитивно понятный интерфейс, который позволит пользователю быстро получать доступ к функциям приложения.

Таким образом, разработка данного приложения представляет собой не только исследовательскую, но и практическую задачу, направленную на удовлетворение современных потребностей пользователей в удобных и эффективных средствах обмена данными.

Мобильная разработка представляет собой один из самых востребованных сегментов в сфере информационных технологий, поскольку число пользователей мобильных устройств и спрос на мобильные приложения продолжают стремительно расти. Разработка мобильных приложений позволяет создавать удобные и функциональные решения, которые могут работать на различных платформах, таких как Android и iOS.

На сегодняшний день существуют несколько подходов к разработке мобильных приложений:

1. Нативная разработка — это создание приложений, предназначенных для определенной платформы (Android или iOS) с использованием платформенных языков и инструментов. Для Android это, как правило, Java или Kotlin и среда Android Studio, а для iOS — Swift или Objective-C с использованием Xcode. Нативные приложения обеспечивают высокий уровень производительности и доступ к полному функционалу устройства, но требуют разработки отдельных версий для каждой платформы, что увеличивает затраты времени и ресурсов.

2. Кроссплатформенная разработка – подход, при котором приложение разрабатывается сразу для нескольких платформ с использованием единого кода. Среди популярных кроссплатформенных фреймворков можно выделить Flutter, React Native и Xamarin. Flutter, разработанный компанией Google, особенно выделяется благодаря высокому уровню производительности, богатому набору виджетов и возможности создавать интерфейсы, идентичные для Android и iOS.

3. Гибридные приложения – приложения, созданные с помощью веб-технологий, таких как HTML, CSS и JavaScript, и работающие внутри оболочки, имитирующей нативное приложение. Такие решения позволяют снизить затраты на разработку, но часто уступают нативным и кроссплатформенным приложениям в производительности и доступе к платформенным функциям [1–3].

Для разработки приложения для сканирования и генерации QR-кодов была выбрана среда разработки, такая как Android Studio, которая предлагает интеграцию с Flutter SDK, удобные инструменты отладки и профилирования, а также поддержку эмуляторов Android и iOS [4–5].

Организует переходы между экранами, обеспечивая интуитивное взаимодействие пользователя с приложением (рисунок 1).

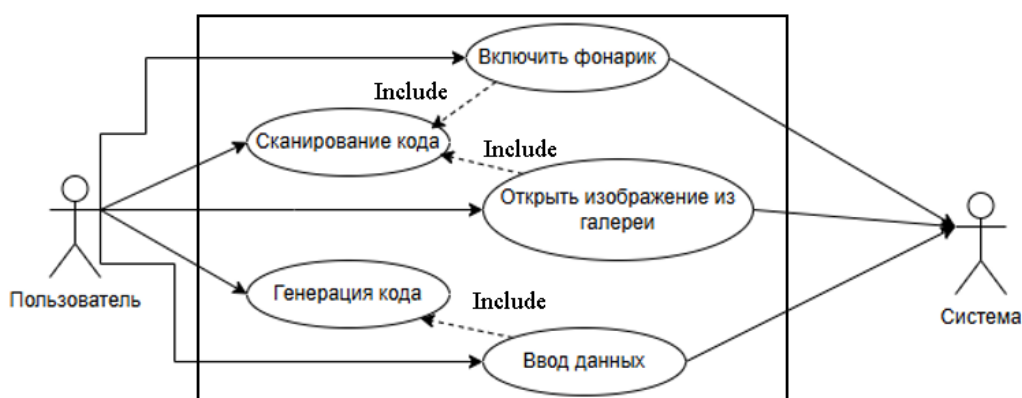


Рисунок 1 – Схема прецедентов

Диаграмма, показывающая основные модули приложения (сканирование, генерация, пользовательский интерфейс, обработка ошибок) и их взаимодействие друг с другом продемонстрирована на рисунке 2.

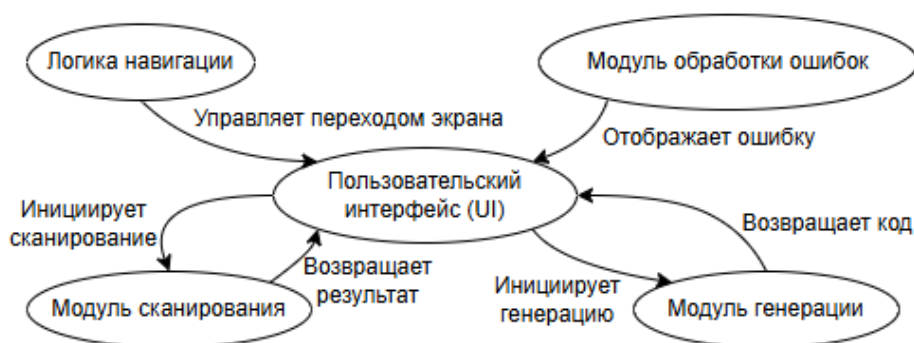


Рисунок 2 – Общая архитектура (декомпозиция) приложения

Навигация организована так, чтобы пользователь мог легко перемещаться между экранами (рисунок 3).

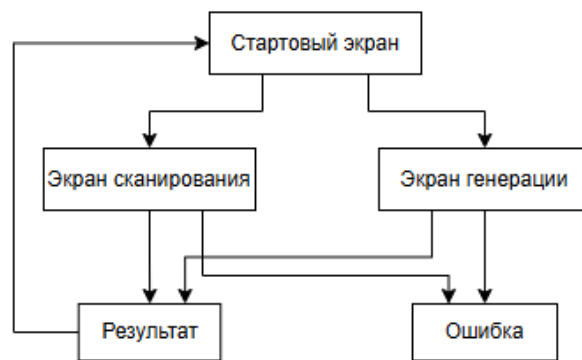


Рисунок 3 – Диаграмма экранов (UI Flow)

Пользовательский интерфейс (UI) приложения предоставляет пользователю доступ ко всем основным функциям. Все действия пользователя происходят через элементы интерфейса, такие как кнопки, поля для ввода и отображение результата (рисунок 4).

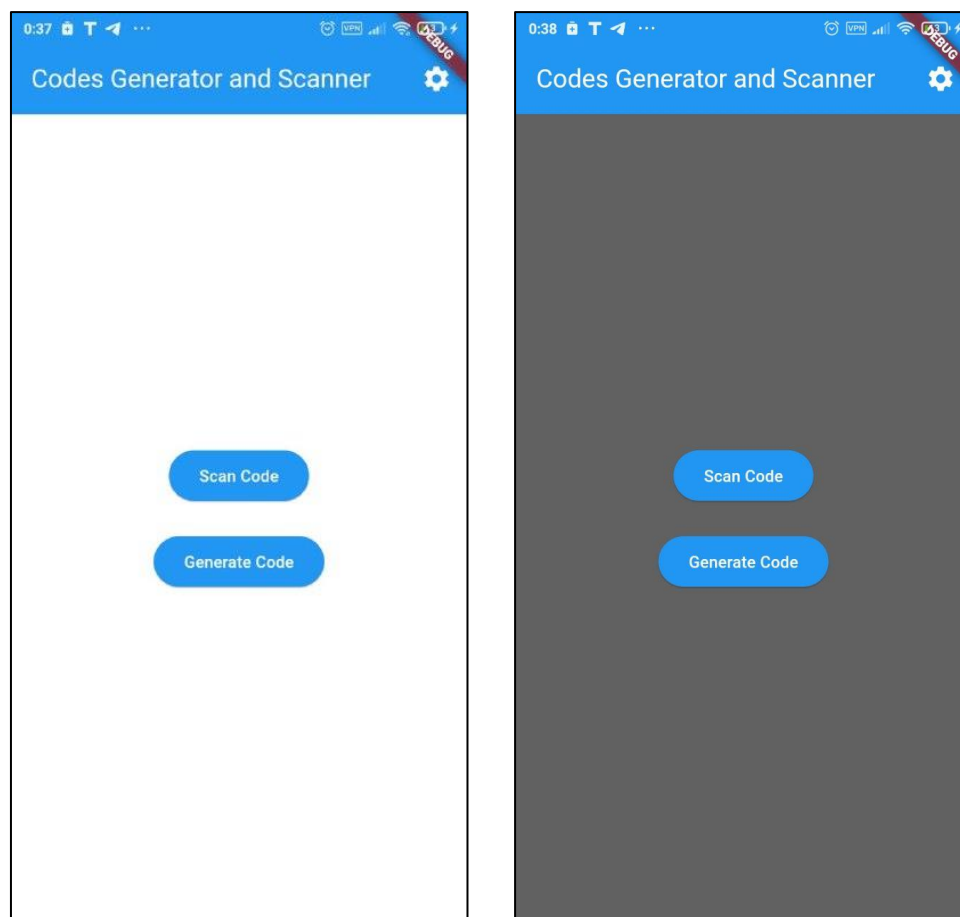


Рисунок 4 – Главный экран: светлая и темная темы

В ходе выполнения проекта было разработано мобильное приложение, способное сканировать и генерировать QR- и штрих-коды, предоставляя удобный пользовательский интерфейс и необходимые функции для работы с кодами. Использование технологии Flutter позволило обеспечить кроссплатформенность приложения, что делает его доступным для пользователей как на устройствах Android, так и на iOS.

Литература

1. Нативная разработка мобильных приложений / пер. с англ. А. Н. Киселева. – М. : ДМК Пресс, 2020. – 376 с.: ил.
2. Беспалов, Д. А. Операционные системы реального времени и технологии разработки кроссплатформенного программного обеспечения. Часть 1 : учебное пособие / Д. А. Беспалов, С. М. Гушанский, Н. М. Коробейникова ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таган- рог : Издательство Южного федерального университета, 2019. – 139 с.
3. Васильев, Н. П. Введение в гибридные технологии разработки мобильных приложений : учебное пособие для вузов / Н. П. Васильев, А. М. Заяц. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 160 с.
4. Колисниченко, Д. Н. Программирование для Android. Самоучитель. 3-е изд., перераб. и доп. / Д. Н. Колисниченко. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 288 с.
5. Бурнет, Э. Привет, Android! Разработка мобильных приложений / Э. Бурнет. – СПб. : Питер, 2012. – 256 с.

О. С. Грабцевич

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. В. Дробышевский**, ст. преподаватель

АВТОРИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКИ С ПОМОЩЬЮ API IDENTITY В ASP.NET CORE

Одной из проблем, которые возникают в процессе разработки веб-приложения торговой площадки, является необходимость авторизации, то есть процесса входа пользователей в систему и предоставления им определённых прав. Функционал приложения подразумевает наличие закрытых разделов, доступ к которым требуется ограничить, так как на веб-сайте торговой площадки присутствует чёткое выделение ролей «администратора», «продавца» и «покупателя», каждая из которых требует разного уровня доступа к ресурсам, записям в базе данных и возможностям приложения. Четкая система ролей и разрешений вынуждает разработчика создавать собственные механизмы, что увеличивает сложность кода и вероятность ошибок.

Для того, чтобы реализовать эти вопросы при разработке веб-приложения торговой площадки “WebMarket” было использовано API Identity.

Решением поставленного вопроса служит Identity – программный интерфейс управления пользователями в веб-приложениях на платформе ASP.NET Core. Этот API предназначенный для аутентификации, авторизации и разграничения доступа к ресурсам. Использование этого API позволило добавить на сайт торговой площадки поддержку регистрации «продавцов» и «покупателей» и входа в систему через пользовательский интерфейс, а благодаря гибкости Identity, разработчику предоставляется возможность расширять стандартные модели пользователей, добавляя настраиваемые свойства и методы. Identity избавляет от необходимости разрабатывать собственные механизмы безопасности, предлагая готовые и расширяемые решения, включающие двухфакторную аутентификацию, хеширование паролей, защиту от атак перебора и управление токенами.

Интерфейс Identity реализует функции подтверждения электронной почты и SSO, или технологии единого входа, которая поддерживает таких внешних поставщиков учетных данных, как Facebook, Google, Microsoft Account и Twitter.

В добавок ко всему, используемый программный интерфейс взаимодействует с Entity Framework для хранения информации о пользователях, ролях и токенах в базе данных.

Таким образом, использование ASP.NET Core Identity значительно упрощает реализацию авторизации в веб-приложении со сложным разделением уровней доступа, таких как торговая площадка, обеспечивая безопасные и гибкие инструменты для работы с пользователями, что позволило значительно ускорить разработку сайта торговой площадки “WebMarket”.

О. С. Грабцевич

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. В. Дробышевский**, ст. преподаватель

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТОРГОВОЙ ПЛОЩАДКОЙ

Разработка веб-приложения для управления торговой площадкой актуальна в условиях стремительного роста электронной коммерции и увеличения числа онлайн-продавцов. Современные платформы требуют удобных инструментов для управления ассортиментом, заказами, клиентами и аналитикой, чтобы бизнес мог эффективно конкурировать на рынке.

Кроме того, автоматизация процессов сокращает затраты времени и снижает вероятность ошибок, повышая качество обслуживания клиентов. Учитывая постоянное развитие технологий и растущие ожидания пользователей, такие решения помогают предпринимателям адаптироваться к новым реалиям, масштабировать бизнес и повышать его прибыльность.

Целевая аудитория проекта может охватывать несколько групп пользователей. Сюда входят владельцы малого и среднего бизнеса, ищущие доступные каналы для продажи своей продукции, крупные компании, заинтересованные в расширении охвата своей аудитории, и конечные потребители, которые ценят удобство поиска и приобретения товаров онлайн.

Актуальность разработки веб-приложения по управлению торговой площадкой объясняется не только устойчивым ростом электронной коммерции, но и увеличением требований пользователей к качеству онлайн-сервисов. В последние годы рынок маркетплейсов демонстрирует значительный рост. По данным аналитических агентств и БелСтата, доля глобальной электронной торговли ежегодно продолжает увеличиваться и с 2015 года выросла с 2 % до 8,1 % [1]. Количество интернет-магазинов увеличилось с 11 до 30 тысяч, где на долю мобильных устройств приходится более 45 % рынка онлайн-доступа, что уже сравнялось с показателями настольных компьютеров [2]. Статистические данные указывают на стабильный рост потребности в разработке виртуальных торговых площадок и важность создания конкурентоспособных платформ, способных обеспечить высокий уровень качества пользовательского опыта и производительности.

Веб-приложение представляет собой полнофункциональную электронную торговую площадку, реализованную на ASP.NET Core с использованием Entity Framework Core для работы с базой данных. В систему заложен API Identity, обеспечивающий безопасную аутентификацию и авторизацию пользователей, включая покупателей, продавцов и администраторов.

Функциональность сайта включает просмотр, поиск, фильтрацию товаров, добавление их в корзину и совершение покупок. Покупатели могут оставлять оценки, а продавцы – управлять товарами, добавляя, редактируя и удаляя их. Регистрация новых

пользователей, магазинов и сайтов происходит с обязательной валидацией введенных данных с помощью FluentValidation, что повышает надежность ввода.

Для обеспечения контроля и мониторинга работы системы применяется Serilog, который фиксирует ключевые события, ошибки и действия пользователей. Это помогает в отладке, анализе поведения клиентов и обеспечении безопасности. Взаимодействие с данными реализовано через Entity Framework Core, что позволяет гибко работать с реляционной базой данных и упрощает управление товарами, заказами и учетными записями пользователей.

Литература

1. Развитие интернет-торговли в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belta.by/pressconference/view/razvitie-internet-torgovli-v-belarusi-1639/>. – Дата доступа: 27.02.2025.

2. StatCounter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile-tablet/belarus>. – Дата доступа: 27.02.2025.

А. Ю. Грамович

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. И. Кучеров**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩЕЙ 2D ИГРЫ

В условиях растущей популярности образовательных игр, разработка обучающей 2D игры на платформе RPG Maker становится ключевым фактором эффективного образовательного процесса. Проект направлен на создание интерактивного веб-приложения, предоставляющего инструменты для создания и адаптации обучающих игр, что особенно актуально в контексте роста спроса на персонализированные образовательные решения и доступные технологии.

Основные цели проекта:

- Создание удобного инструмента для разработки обучающих 2D игр с использованием RPG Maker.
- Автоматизация процесса создания и адаптации образовательного контента для различных предметных областей.

Ключевые функциональные возможности:

1. Редактор уровней: Интуитивно понятный интерфейс для создания сюжетных уровней и настройки задач.
2. Интерактивные элементы: Возможность интеграции образовательных задач, мини-игр и тестовых заданий.
3. Адаптация контента: Возможность персонализации игрового процесса и контента в зависимости от учебных целей и уровня учеников.
4. Интеграция с образовательными платформами: Возможность экспорта игровых данных для использования на образовательных порталах и в виртуальных классах.

Техническая реализация:

Фреймворк и язык программирования:

- RPG Maker MV с использованием JavaScript: Обеспечивает гибкость в разработке и расширении игровой логики;
- HTML5 и CSS3 для создания пользовательского интерфейса;
- тестирование;
- модульное тестирование игровой логики и интерфейса;
- проверка совместимости с различными браузерами и устройствами;

Этапы работы:

1. Проектирование структуры игры и её сюжетных линий.
2. Разработка игровых механик и интерфейса.
3. Тестирование игрового процесса и корректности выполнения образовательных задач.
4. Интеграция с образовательными платформами и поддержка пользователей.
5. Результаты:

- игра обеспечивает интерактивное обучение с высокой степенью адаптации контента;
- эффективность образовательного процесса подтверждена положительной обратной связью пользователей и применением в учебных заведениях.

Вывод: Разработка обучающей 2D игры на платформе RPG Maker позволяет создавать персонализированные образовательные решения с учетом современных требований образовательных технологий.

Д. В. Гришков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ TIA PORTAL

Проект автоматизации освещения гостиничного комплекса представляет собой интеграцию современных технологий управления и мониторинга с целью повышения энергетической эффективности и удобства для пользователей. В рамках данного проекта была реализована система, использующая контроллер Siemens S1200, который стал основой для создания многозначной распределенной сети, обеспечивающей управление освещением в различных зонах гостиничного комплекса. TIA Portal, как программное обеспечение для проектирования и программирования, позволило значительно упростить процесс разработки, тестирования и внедрения системы.

Проектирование системы освещения проводилось с учетом специфики гостиничного бизнеса, включая требования к комфорту и безопасности. Выбор освещения, а также его автоматизация, осуществлялся с акцентом на оптимизацию затрат на электроэнергию и улучшение качества обслуживания клиентов. Подключение панели оператора Siemens позволило создать интуитивно понятный интерфейс для управления освещением, который легко адаптируется под нужды разных пользователей.

Особое внимание было уделено реализации функционала по управлению аварийным освещением. В случае сбоя основной системы питания автоматически активируется аварийное освещение, что обеспечивает безопасность гостей и персонала гостиницы. Разработка аварийной системы была основана на существующих стандартах и нормах, что подтверждает высокую степень надежности.

Управление локальной сетью между шкафами управления и подключенными устройствами осуществлялось с помощью стандартных протоколов, что обеспечивало надежную и быструю передачу данных. Чёткая структура передачи информации позволила быстро реагировать на изменения условий, таких как уровень естественного освещения или занятость помещений. Внедрение такой системы управления освещением способствовало не только улучшению комфорта пребывания гостей, но и реальному снижению потребления электроэнергии, что является важным аспектом современных требований экологической устойчивости. Таким образом, данный проект можно рассматривать как пример успешной интеграции

современных технологий в традиционную сферу обслуживания, что соответствует современным трендам в автоматизации.

Литература

1. Автоматизация и безопасность зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:7cf58c01-4e7e-4b58-8e7c-667dd1469448/si-br-ru.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2025.

Д. В. Гришков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА

В условиях растущих требований к энергетической эффективности и комфорту в гостиничном обслуживании автоматизация освещения становится ключевым аспектом успешного функционирования гостиничных комплексов [1]. Разработка системы управления освещением, ориентированной на конкретные нужды гостиничного бизнеса, была предложена и реализована в рамках дипломного проекта с использованием контроллера Siemens S1200 и интеграции с TIA Portal 15.1. Система направлена на создание эффективной и гибкой архитектуры управления освещением, которая учитывает различные аспекты эксплуатации гостиницы, включая посещаемость, смену дней и сезонов, а также индивидуальные предпочтения гостей.

Система управления состоит из множества элементов, таких как светильники, панели оператора, а также шкафы управления, объединенные в единую локальную сеть для сбора и обработки данных. Данная структура обеспечивает централизованное управление освещением, что позволяет оператору оптимизировать работу всей системы в зависимости от текущих условий и потребностей. Использование панели оператора Siemens предоставляет возможность легко взаимодействовать с системой, а также настраивать сценарии освещения, что делает пребывание гостей более комфортным и приятным.

В процессе проектирования особое внимание было уделено вопросам безопасности и надежности системы. Все данные, передаваемые по локальной сети, шифруются и защищены от несанкционированного доступа, что гарантирует защиту как пользовательских данных, так и самой системы. Внедрение данной системы автоматизации освещения не только способствует улучшению окружающей среды в гостиничных номерах, но и значительно снижает операционные затраты за счет эффективного управления электроэнергией. Таким образом, проект представляет собой успешное сочетание современных технологий и практических потребностей гостиничного бизнеса, открывая новые горизонты для автоматизации и оптимизации процессов в сфере обслуживания.

Литература

1. Siemens для гостиниц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calameo.com/read/00336868813cd42ee4a10>. – Дата доступа: 15.02.2025.

И. Н. Громыко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ВЫБОР МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСПЕШНОЙ РАЗРАБОТКИ НА ПРИМЕРЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАДАЧ “MY PLANNER: TASK MANAGER”

Модель жизненного цикла – это схема, которая определяет порядок и структуру шагов разработки. Модель помогает не только организовать процесс разработки и минимизировать риски, но и напрямую влияет на успех проекта, его качество и способность к адаптациям. Правильный выбор модели жизненного цикла проекта является одним из наиболее важных факторов для разработки программного средства.

Модель должна быть выбрана с учетом специфики проекта, его целей, сроков и рисков, чтобы максимизировать вероятность успешного завершения и удовлетворения потребностей конечного пользователя. Модели жизненного цикла проекта делят на две большие группы: последовательные и итерационные.

Последовательные модели жизненного цикла предполагают строгую и линейную последовательность этапов разработки, где каждый следующий этап начинается только после завершения предыдущего. Такие модели часто используются в проектах, где в процессе разработки изменения минимальны, а требования заранее известны и точны. Эти модели обеспечивают четкое планирование и контроль на всех этапах, что позволяет эффективно управлять рисками и сроками.

Итерационные модели жизненного цикла, напротив, характеризуются гибкостью и возможностью многократного повторения некоторых этапов. Такие модели позволяют проектной команде быстрее реагировать на изменения требований и потребности конечного пользователя, что особенно полезно в условиях неопределенности и высоких требований к адаптивности. Итерационные модели предполагают, что на каждом цикле разработки система может быть улучшена и дополнена с учетом полученного опыта.

В контексте разработки web-приложения для планирования задач, где требования могут изменяться в процессе работы, итерационные модели могут быть весьма полезными. Однако для обеспечения стабильности и надежности web-приложения, которое должно оперативно обрабатывать большие объемы данных, важно сбалансировать гибкость и строгость процесса разработки.

Для разработки web-приложения по планированию задач оптимальным выбором является спиральная модель жизненного цикла. Эта модель сочетает в себе элементы как последовательного, так и итерационного подходов, что делает её универсальной и адаптивной. Благодаря использованию спиральной модели можно вносить изменения в требования на любом этапе разработки. Это снижает риски неудачи проекта или превышения бюджета. Анализ рисков, проводимый на каждом витке спирали, поможет своевременно выявить и устранить потенциальные проблемы с логикой, безопасностью и производительностью. Приложение будет постепенно улучшаться и тестироваться на каждом этапе разработки. Таким образом, на каждом витке будет существовать рабочая промежуточная версия продукта, к которой будут добавляться новые функции. Это обеспечит высокое качество конечного продукта и его стабильность, так как всегда можно вернуться к прошлой промежуточной версии.

Таким образом, выбор качественной модели жизненного цикла продукта напрямую влияет на его успешность и долгосрочную стабильность. Спиральная модель не только помогает продукту успешно и своевременно выйти на рынок, но и гарантирует его соответствие ожиданиям пользователей и высокую адаптивность к изменениям.

Р. Ю. Громыко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТЕОДААННЫХ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ESP-32

Введение. Автоматизация сбора и анализа метеоданных играет ключевую роль в современном мире, позволяя оперативно реагировать на изменения погодных условий, оптимизировать сельскохозяйственные процессы и улучшать экологический мониторинг. Использование микроконтроллеров, таких как ESP-32, открывает новые горизонты для разработки умных систем сбора метеоданных в режиме реального времени. Благодаря высокой производительности, встроенной поддержке Wi-Fi и Bluetooth, а также способности интегрировать множество сенсоров, ESP-32 стал основой для создания компактных и энергоэффективных метеостанций.

В данной работе рассматривается подход к автоматизации получения метеоданных с использованием ESP-32, который позволяет не только собирать данные о температуре, влажности, давлении и освещённости, но и передавать их в облачные хранилища для дальнейшей обработки. Реализация таких решений делает данные доступными в режиме реального времени, что особенно важно для аграрного сектора, метеорологических служб, а также умных городов и домов.

Описание датчиков. Для получения данных, а также их хранения, на плате были установленные специальные датчики. На рисунке 1 представлен микроконтроллер ESP32 с подключёнными к нему датчиками.

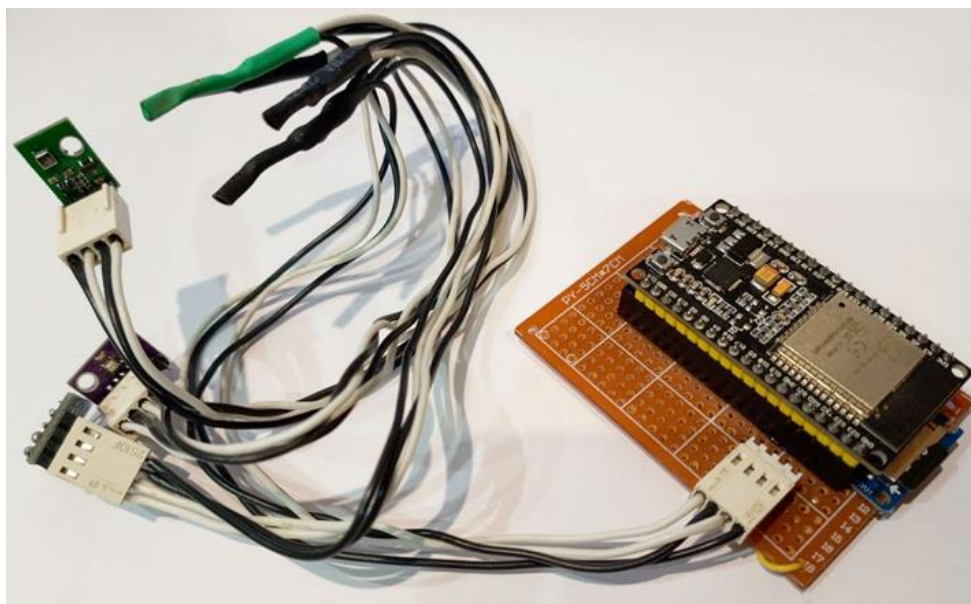


Рисунок 1 – Микроконтроллер ESP-32 с подключёнными датчиками

BMP280. Этот датчик от Bosch Sensortec измеряет атмосферное давление и температуру. Он поддерживает интерфейсы I2C и SPI, что делает его удобным для интеграции с микроконтроллерами. BMP280 отличается высокой точностью и низким энергопотреблением, что делает его идеальным для метеостанций и навигационных систем.

АНТ20. Цифровой датчик температуры и влажности от AOSONG. Он обеспечивает высокую точность измерений ($\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ для температуры и $\pm 2\%$ для влажности) и использует

интерфейс I2C. Компактный размер и низкое энергопотребление делают его подходящим для мониторинга окружающей среды.

GY-302 (BH1750). Этот модуль оснащён датчиком освещённости BH1750, который измеряет уровень освещённости в люксах. Он использует интерфейс I2C и подходит для проектов, связанных с управлением освещением и солнечными трекерами.

HW-125. Этот модуль представляет собой SD-картридер, который используется для записи данных на SD-карту. Он поддерживает интерфейс SPI и совместим с библиотеками FS.h и SD.h, что позволяет легко интегрировать его в проекты с ESP-32.

Основные этапы работы средств автоматизации сбора данных. Для реализации функций автоматизации сбора метеоданных с помощью среды разработки Arduino был разработан скрипт. Он представляет собой интеграцию нескольких датчиков с микроконтроллером ESP-32, который обрабатывает данные, сохраняет их на SD-карту и отправляет в облачную базу данных Firebase. К основным этапам работы скрипта можно отнести следующие.

Инициализация компонентов и подключение к Wi-Fi. На этапе запуска скрипт считывает данные о Wi-Fi-сетях из файла на SD-карте (inet.txt). Если подключение к сети успешно, ESP-32 продолжает дальнейшую работу. В противном случае предпринимаются повторные попытки подключения.

Инициализация оборудования. Производится настройка подключенных датчиков, таких как BMP280 (температура и давление), АНТ20 (температура и влажность), BH1750 (освещённость), а также SD-карты для хранения данных. Дополнительно настраивается Firebase для отправки данных в облако.

Сбор и обработка данных. В главном цикле скрипт собирает показания с датчиков. Полученные значения температуры, давления, влажности и освещённости сохраняются в JSON-формате.

Сохранение данных на SD-карту. Собранные данные записываются в файл sensor.json на SD-карте. Это обеспечивает их сохранность даже при отсутствии подключения к интернету.

Отправка данных в Firebase. Если устройство подключено к интернету, данные отправляются в облако Firebase через API. После успешной отправки файл sensor.json удаляется с SD-карты, чтобы избежать дублирования.

Мониторинг состояния системы. Скрипт постоянно проверяет состояние Wi-Fi подключения и Firebase. В случае потери соединения предпринимаются попытки восстановления, что гарантирует стабильность работы системы.

Таким образом, этот скрипт реализует автоматизированное взаимодействие ESP-32 с облачной базой данных и локальным хранилищем, обеспечивая сбор и обработку данных для IoT-приложений.

Создание облачной базы данных. Для создания предметной базы данных была выбрана облачная база данных NoSQL Firebse. Соединение базы данных Firebase с микроконтроллером, таким как ESP-32, реализуется через библиотеку Firebase для ESP. Этот процесс включает несколько следующих этапов.

Настройка Firebase. В консоли Firebase создаётся проект, в котором настраиваются параметры базы данных, такие как URL и правила безопасности. Также необходимо получить API-ключ для доступа к базе данных.

Инициализация соединения Wi-Fi. Микроконтроллер подключается к интернету через Wi-Fi, используя SSID и пароль сети, чтобы иметь доступ к облачной базе данных.

Настройка Firebase в коде. В коде программы на ESP-32 импортируется библиотека Firebase и инициализируются основные переменные: ключ API, URL базы данных и параметры авторизации. Эти настройки позволяют связать устройство с проектом Firebase.

Отправка данных: Для взаимодействия с Firebase используются функции библиотеки. Например, данные можно отправлять в базу с помощью `Firebase.RTDB.setInt()` или `Firebase.RTDB.pushJSON()`. Также можно по-другому настроить отправку данных, например, `Firebase.RTDB.update()` позволяет не добавлять новый элемент в БД, а перезаписывать существующий, что полезно, если нам не нужно хранить данные. В случае разработанного скрипта отправка всего файла происходит один раз в 10 итераций, поэтому используется `Firebase.RTDB.pushJSON()`.

Обработка ошибок. Код программы включает проверки подключения к Wi-Fi и доступности Firebase, чтобы обрабатывать возможные сбои соединения. Например, при потере доступа устройство может автоматически повторить попытку подключения.

Этот процесс позволяет микроконтроллеру ESP-32 интегрироваться с Firebase для хранения, обновления и извлечения данных в реальном времени, что является основой для множества IoT приложений, от метеостанций до систем умного дома.

После правильной настройки датчика и базы данных, новые записи автоматически переключаются с микроконтроллера в базу данных, если датчик успешно подключился к сети (рисунок 2).

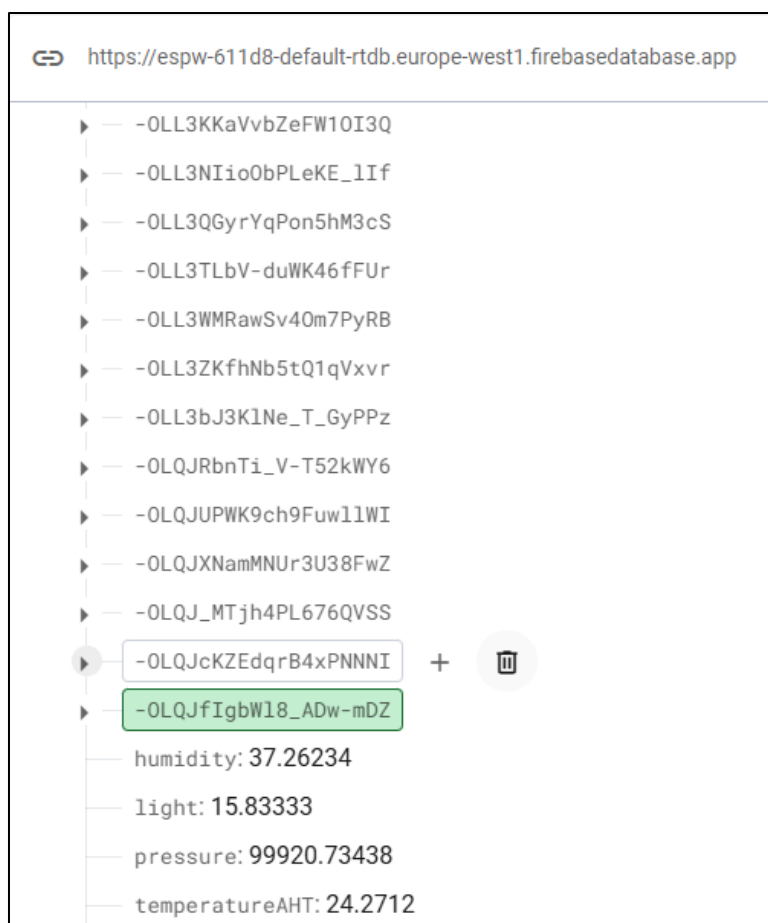


Рисунок 2 – Добавление новой записи в базу данных

Благодаря разработанному программному обеспечению пользователь может в реальном времени получать и сохранять данные с датчиков в облачной базе данных, что полезно для анализа и интерпретации данных и принятия управленческих решений.

Е. С. Гулик
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Ю. В. Никитюк**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ И ОПОВЕЩЕНИЕ О ПОЖАРЕ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Автозаправочная станция (АЗС) – технологичная система, которая предназначена для заправки транспортных средств жидким моторным топливом и характеризуется подземным расположением резервуаров и их разнесением с топливораздаточных колонок [1].

Современные автозаправочные станции представляют собой сложные объекты с высокой плотностью людей, техники и горючих материалов. Поэтому обеспечение пожарной безопасности становится одной из основных задач для предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций. Важным элементом системы противопожарной защиты является автоматическая пожарная сигнализация (АПС) и система оповещения о пожаре. Эти системы позволяют быстро обнаруживать возгорание, что помогает минимизировать риски для жизни людей и снизить материальный ущерб.

Рассмотрим, например, систему автоматической пожарной сигнализации, разработанную для автозаправочной станции. Учитывая специфику данного объекта, АПС должна быть адаптирована к особенностям хранения и распределения горючих материалов, а также к потенциальным источникам возгорания, таким как насосные установки, топливные резервуары и оборудование для обслуживания автомобилей.

Эффективная система АПС на автозаправочной станции включает в себя датчики дыма и тепла, которые обеспечивают быстрое обнаружение возгорания. Также важным элементом является система оповещения, которая информирует персонал и клиентов о возникшей опасности, позволяя быстро эвакуироваться и минимизировать риски. Регулярное техническое обслуживание и проверки систем противопожарной защиты являются обязательными для обеспечения их надежности и эффективности в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Перед началом разработки проекта системы автоматической пожарной сигнализации для автозаправочной станции необходимо провести всесторонний анализ технического задания, предоставленного заказчиком. Этот этап критически важен, так как тщательное изучение требований позволит избежать недопонимания и минимизировать вероятность ошибок на последующих стадиях проектирования и реализации.

Сначала следует осуществить глубокий анализ требований заказчика, включая условия эксплуатации объекта, его особенности и потенциальные риски. Это поможет сформировать четкое представление о необходимых функциях и характеристиках системы. Также важно провести сравнительный анализ различных проектных решений, исследуя их эффективность, надежность, стоимость и возможность интеграции с существующими системами безопасности. Такой подход позволит выбрать оптимальный вариант, соответствующий всем заявленным требованиям.

АЗС, которая приводится в примере, оборудован системой оповещения типа СО-2. Это система оповещения второго типа, предназначенная для информирования людей о пожаре, включающая световые и звуковые сигналы.

Перед непосредственной разработкой системы необходимо провести комплексный анализ возможных рисков, учитывая класс сложности здания, зоны хранения топлива и особенности технического оборудования. На основании этого анализа следует выбрать типы датчиков и оборудования, соответствующие установленным стандартам и адекватно реагирующие на потенциальные ситуации, включая различные типы возгораний.

При проектировании системы автоматической пожарной сигнализации и оповещения о пожаре для данного объекта было выбрано оборудование от компаний “Rovalant” для

1. Прибор приёмно-контрольный пожарный и управления ППКПиУ А24/8, схема подключения которого представлена на рисунке 1.



2. Выносная панель управления ВПУ-А24/700.
3. Устройство объективное оконечное системы передачи извещений УОО СПИ «Молния».
4. Бокс аккумуляторный БА-18.
5. Батарея аккумуляторная резервного питания 12 В, 18 Ач.
6. Извещатель пожарный тепловой ИП-114-01-А2М.
7. Извещатель пожарный дымовой ИП212-5МУ.
8. Извещатель пожарный ручной ИП5-2Р.
9. Базовый блок «Танго-ПУ/БП2».
10. Усилитель с трансформаторным выходом «Танго-ОП/ГР-100».
11. Выносная микрофонная консоль «Танго-МК-2».
12. Транспарант световой «Выход» АСТО-12/1.
13. Громкоговоритель «Танго-ОП1».

В заключении можно сказать, что современная система АПС и ОП на АЗС – это неотъемлемая часть обеспечения безопасности. Ее своевременная установка, регулярное техническое обслуживание и грамотная эксплуатация являются залогом предотвращения пожаров и минимизации их последствий. Инвестиции в качественную систему АПС и ОП – это инвестиции в безопасность и сохранение жизни и здоровья людей.

Литература

1. СН 2.02.03-2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://bpsignal.by/uploads/files/pdf/sn-20203-2019-pozharnaia-avtomatika-zdanii-i-sooruzheniy.pdf>. – Дата доступа: 29.03.2025.

Н. С. Гумар, В. Г. Баевич, М. О. Кострома
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Ю. В. Никитюк**, канд. физ.-мат. наук, доцент

НЕЧЕТКОЕ И НЕЙРОНЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В MATLAB И PYTHON

Нечеткое и нейронечеткое моделирование являются основными направлениями искусственного интеллекта для работы со сложными системами, которые эффективно используются в различных областях науки и техники [1–4].

Эти направления моделирования представляют собой современные подходы к обработке информации в условиях неопределенности, нечеткости и частичной достоверности исходных данных. В отличие от традиционных методов данные подходы имитируют особенности человеческого мышления, обеспечивая возможность формирования гибких моделей сложных систем.

Целью нечеткого моделирования является построение формализованных моделей, способных учитывать экспертные знания и неполноту информации. Нейронечеткое моделирование представляет собой синтез нечеткой логики и искусственных нейронных сетей, что позволяет объединить интерпретируемость нечетких систем с обучаемостью нейросетевых структур.

Для реализации таких моделей используются различные инструменты, в числе которых наиболее популярными являются Fuzzy Logic Toolbox в среде MATLAB и библиотека scikit-fuzzy для Python. Для нейронечеткого моделирования применяются также встроенные средства MATLAB (например, *anfis*) и специализированные Python-фреймворки, такие как *anfis*, *skfuzzy-neuro*, а также модули на базе TensorFlow и PyTorch. Сравним перечисленные выше инструменты [5–7].

MATLAB требует наличия лицензии, в том числе и для использования Fuzzy Logic Toolbox и ANFIS. В отличие от этого, библиотеки Python, такие как scikit-fuzzy и anfis, являются открытыми и доступны бесплатно.

В MATLAB предоставляется графическая среда проектирования нечетких систем (FIS Editor), позволяющая визуализировать переменные, функции принадлежности и правила логического вывода (рисунок 1). В Python подобный функционал реализуется через код, что требует определенного уровня подготовки, но обеспечивает гибкость и автоматизацию (рисунок 2).

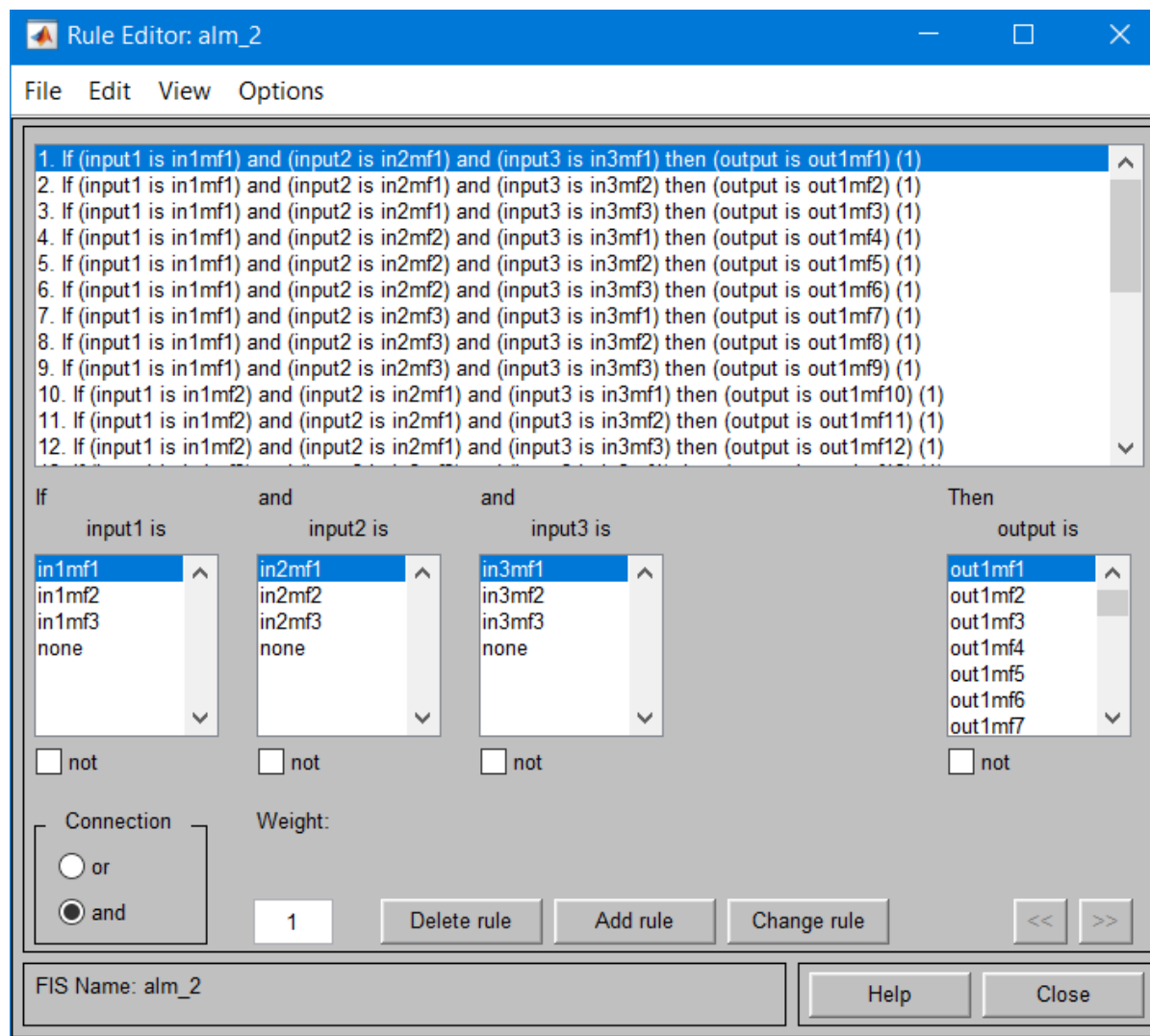


Рисунок 1 – Графический интерфейс редактора правил в MATLAB

Нейронечеткие системы в MATLAB можно обучать с помощью встроенной функции `anfis`, которая реализует адаптивную нейронечеткую систему вывода Сугено. В Python аналогичный функционал обеспечивается библиотеками `anfis`.

Инструменты на Python легко интегрируются с современными библиотеками машинного обучения (`scikit-learn`, `TensorFlow`, `PyTorch`), что делает их удобными при построении гибридных интеллектуальных систем. MATLAB же обеспечивает комплексную среду для моделирования и управления, что может быть полезно в инженерных задачах.

```

1 #rule1 = ctrl.Rule(V['M'] & P['L'] & R['M'], T_ctrl['V_L'])
2 #rule2 = ctrl.Rule(V['L'] & P['L'] & R['L'], T_ctrl['VW_L'])
3 #rule3 = ctrl.Rule(V['H'] & P['L'] & R['L'], T_ctrl['VW_L'])
4 #rule4 = ctrl.Rule(V['L'] & P['L'] & R['H'], T_ctrl['H'])
5 #rule5 = ctrl.Rule(V['H'] & P['L'] & R['H'], T_ctrl['H'])
6 #rule6 = ctrl.Rule(V['M'] & P['M'] & R['M'], T_ctrl['L'])
7 #rule7 = ctrl.Rule(V['L'] & P['M'] & R['M'], T_ctrl['L'])
8 #rule8 = ctrl.Rule(V['H'] & P['M'] & R['M'], T_ctrl['L'])
9 #rule9 = ctrl.Rule(V['M'] & P['M'] & R['L'], T_ctrl['VW_L'])
10 #rule10 = ctrl.Rule(V['M'] & P['M'] & R['H'], T_ctrl['V_H'])
11 #rule11 = ctrl.Rule(V['M'] & P['H'] & R['M'], T_ctrl['M'])
12 #rule12 = ctrl.Rule(V['L'] & P['H'] & R['L'], T_ctrl['VW_L'])
13 #rule13 = ctrl.Rule(V['H'] & P['H'] & R['L'], T_ctrl['VW_L'])
14 #rule14 = ctrl.Rule(V['L'] & P['H'] & R['H'], T_ctrl['VW_H'])
15 #rule15 = ctrl.Rule(V['H'] & P['H'] & R['H'], T_ctrl['VW_H'])

```

Рисунок 2 – Набор правил в scikit-fuzzy

Выбор между MATLAB и Python зависит от задач и ресурсов: MATLAB подходит для быстрого прототипирования, а Python обеспечивает гибкость, масштабируемость. Оба подхода позволяют эффективно решать соответствующие задачи, сочетая прозрачность нечеткой логики с точностью машинного обучения.

Литература

1. Determination of parameters for controlled laser cleaving of silicate glasses using regression, neural network and fuzzy models / Yu. V. Nikityuk, A. F. Vasilyev, L. N. Marchenko [et al.] // Problems of Physics, Mathematics and Technics. – 2024. – No. 2(59). – P. 32–38.
2. Определение параметров двухлучевого лазерного раскалывания силикатных стекол с использованием нейро-нечетких сетей / Ю. В. Никитюк, [и др.] // Информационные технологии и технические средства управления (ICST-2024) : Материалы VIII Международной научной конференции, Владикавказ, 01–05 октября 2024 года. – М. : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2024. – С. 76–78.
3. Определение параметров лазерной обработки алмазов с применением метода конечных элементов и нечетких моделей / Ю. В. Никитюк, А. Н. Сердюков, Д. Г. Пилипцов [и др.] // Информационные технологии и технические средства управления (ICST-2024) : Материалы VIII Международной научной конференции, Владикавказ, 01–05 октября 2024 года. – М. : Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, 2024. – С. 240–242.
4. Determination of parameters of laser cutting of diamonds using neural-fuzzy networks / Yu. V. Nikitjuk, V. A. Prokhorenko, D. G. Piliptsov, B. Zhou // Проблемы взаимодействия излучения с веществом : сборник материалов VI Международной научной конференции, посвященной академику Б. В. Бокутю (Гомель, 14 ноября 2024 г.). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2025. – С. 235–238.
5. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
6. Pedregosa, F., et al. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830.
7. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox Documentation. MathWorks.

Н. С. Гумар, С. В. Слука, А. В. Баскалов, Э. С. Туманский
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Ю. В. Никитюк**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ АУДИТОРНЫМ ФОНДОМ КАК ЭЛЕМЕНТ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ УНИВЕРСИТЕТА

Формирование информационно-образовательной среды предполагает создание комплекса информационно-технологических, методических и организационных компонентов, поддерживающих образовательную деятельность, как в университете, так и за его пределами. В университете уже ведется активная работа в этом направлении: развиваются электронные учебно-методические комплексы, системы тестирования и контроля знаний, электронные журналы и модули анкетирования [1].

Современная информационно-образовательная среда должна быть открытой, интегрированной, децентрализованной и гибкой. Возможность взаимодействия всех систем и сервисов от базы данных аудиторий до средств контроля знаний и планирования расписания позволяет обеспечить качество образования, прозрачность административных процессов и высокую степень вовлеченности студентов и преподавателей.

Эффективное управление аудиторным фондом университета требует четкой систематизации и оперативного доступа к данным о состоянии помещений, оснащении и необходимости ремонтных работ. В настоящее время в Гомельском государственном университете имени Ф. Скорины информация о помещениях представлена в двух форматах: в виде специализированного сайта аудиторного фонда (рисунок 1) и множества отдельных документов Word с таблицами («Оснащенность.doc», «Фото.docx») для всех факультетов. Несмотря на наличие веб-сайта, сохраняется практика ведения документации в виде текстовых документов, что создает значительные неудобства.

Хотя сайт аудиторного фонда предоставляет интерактивный доступ и визуализацию текущего состояния помещений, включает фотографии аудиторий и информацию об их оснащении и ремонте (рисунок 2), он не интегрирован с таблицами в документах Word, используемыми факультетами. Данная ситуация приводит к дублированию информации, усложняет процесс её актуализации и оперативного обновления, увеличивает трудозатраты сотрудников на поддержание актуальности данных. Кроме того, отсутствие интеграции данных между разными форматами информации препятствует быстрому и точному анализу состояния аудиторий, затрудняет контроль и прогнозирование потребностей в ремонте и модернизации помещений.

Использование табличных документов Word также вызывает ряд проблем, таких как трудоемкость обработки информации вручную, высокий риск возникновения ошибок, затруднения в быстром поиске нужной информации, а также отсутствие централизованной системы для проведения оперативного анализа и принятия управленческих решений. Особенно актуальными эти проблемы становятся при необходимости оперативного реагирования на аварийные ситуации или срочного планирования ремонтных и восстановительных работ.

Дополнительные трудности создаются тем, что документация в формате Word, как правило, доступна только ограниченному кругу сотрудников, что снижает прозрачность процессов управления аудиторным фондом и может приводить к задержкам в выполнении важных задач. Отсутствие автоматизации этих процессов также усложняет формирование отчетности, необходимой для эффективного планирования бюджета и рационального распределения ресурсов университета.

В связи с этим существует необходимость разработки единого специализированного модуля на платформе «1С:Предприятие 8», который бы объединил и автоматизировал про-

цессы мониторинга, анализа и управления аудиторным фондом всего университета. Внедрение такого модуля позволит создать единую информационную среду, где данные о состоянии аудиторий, оснащении, текущих и планируемых ремонтных работах будут централизованно собираться, обрабатываться и анализироваться в режиме реального времени.



Рисунок 1 – Главная страница сайта аудиторного фонда ГГУ имени Ф. Скорины с интерактивным выбором корпусов

Такой модуль может быть интегрирован с системой составления расписания университета, что позволит автоматически учитывать состояние и доступность аудиторий при формировании учебного расписания. Это избавит от необходимости ручного ввода и проверки информации, существенно снизит риск ошибок и повысит оперативность работы сотрудников деканатов и учебно-методического отдела. В результате данные по занятым и свободным аудиториям будут доступны в едином информационном пространстве университета, обеспечивая удобство использования и точность составления расписаний [2].

Таким образом, внедрение модуля на платформе «1С:Предприятие 8» станет логичным и необходимым этапом в формировании современной информационно-образовательной среды университета. В контексте стратегии развития информационного общества и требований к цифровой трансформации образовательных процессов, такая система будет не просто техническим инструментом, а частью целостной цифровой инфраструктуры, обеспечивающей эффективное взаимодействие всех участников образовательного процесса. Интеграция модуля аудиторного фонда с такими системами, а также с системой расписания, усилит координацию работы всех подразделений и упростит доступ пользователей к необходимым данным.

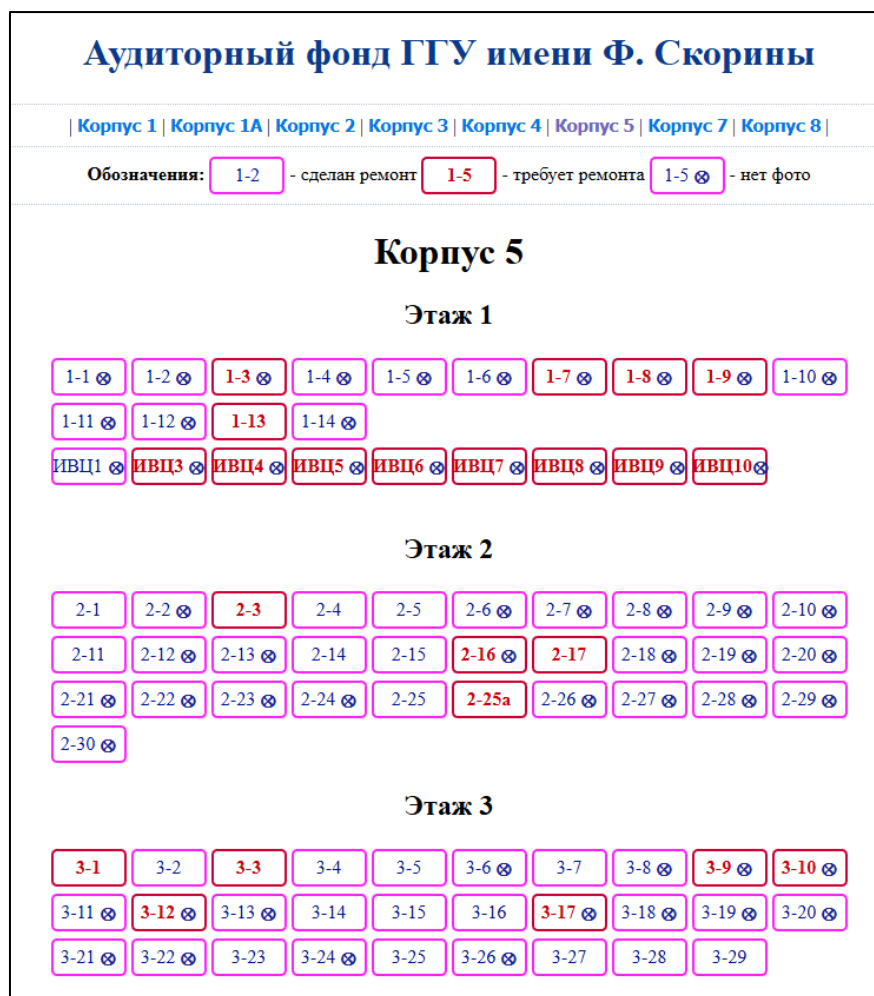


Рисунок 2 – Интерактивная схема аудиторий с указанием состояния ремонта помещений в корпусе № 5 университета

Таким образом, внедрение модуля аудиторного фонда как части общей цифровой экосистемы университета не только повысит управляемость материально-техническими ресурсами, но и станет основой для устойчивого развития информационной образовательной среды, отвечающей вызовам современного образования, существенно повысит оперативность и точность управления материально-технической базой университета, оптимизирует использование ресурсов, снизит нагрузку на административный персонал и улучшит прозрачность и качество управленческих решений, создавая благоприятные условия для обучения студентов и работы преподавателей и сотрудников. Помимо улучшения управления инфраструктурой, интегрированный модуль позволит также обеспечить высокий уровень безопасности и оперативности при возникновении чрезвычайных ситуаций и повысить общий уровень удовлетворенности сотрудников и студентов условиями учебной и трудовой деятельности.

Литература

1. Хахомов, С. А. Особенности формирования информационно-образовательной среды в учреждениях образования / С. А. Хахомов, Ю. В. Никитюк, В. В. Грищенко, Е. А. Дей // Вышэйшая школа. – 2014. – № 6. – С. 69–73.

2. Прохоренко, В. А. Интеграция системы составления расписания в информационное пространство университета / В. А. Прохоренко, С. А. Хахомов, Ю. В. Никитюк, Е. И. Воробьева // Современное образование: преемственность и непрерывность образовательной системы «школа – университет – предприятие»: материалы XIV международной научно-методической конференции (Гомель, 2 февраля 2023 г.) / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины, Главн. управл. образования Гомельского облисполкома ; редкол. : Ю. В. Никитюк (гл. ред.) [и др.]. – С. 19–21.

А. О. Гурченко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ

Современный мир становится всё более зависимым от цифровых технологий, что приводит к увеличению объёма конфиденциальной информации, хранящейся и передаваемой с помощью мобильных устройств. В условиях постоянного роста угроз в лице киберпреступлений, необходимости защиты личных данных и обеспечения конфиденциальности информации, вопрос шифрования данных приобретает особую актуальность. Мобильные приложения, использующие различные методы шифрования, становятся незаменимыми инструментами для защиты информации пользователей.

Функционально это приложение работает как хранилище заметок. Поскольку необходимо было реализовать шифрование данных, то приложение шифрует саму заметку и файл внутри самого устройства. Реализовано это следующим образом:

Пользователь входит в приложение, в котором представлено окно со списком заметок, кнопкой создания новой заметки, а также настройки самого приложения.

Пользователь вводит некоторые данные и сохраняет их.

Эти данные сохраняются в файл внутри устройства и в локальной базе данных.

Алгоритм шифрует файл внутри устройства. При этом для базы данных применяется пароль, который недоступен сторонним пользователям.

Если каким-то образом стороннему пользователю удаётся получить доступ к файлу, то приложение зашифровывает текст заметки внутри устройства.

Внутри базы данных сохраняется исходный и зашифрованный тексты.

Такой алгоритм работы предоставляет пользователю полную конфиденциальность данных, несмотря на то, что внешне это обычное приложение для записи и хранения заметок.

Рассмотрим подробнее алгоритм шифрования. В качестве шифратора использовался алгоритм AES. Весомым плюсом данного алгоритма является то, что для его использования не нужно использовать фреймворки или сторонние библиотеки. Сам алгоритм работает с блоками данных. Это означает, что алгоритм разбивает исходные данные на блоки по 128 бит и заменяет их на зашифрованные блоки также по 128 бит. Стоит отметить, что размер блоков также может быть 192 или 256 бит. В проекте использовался вариант со 128 битными блоками [1].

Для реализации этого проекта были выбраны следующие инструменты:

1. Android Studio — интегрированная среда разработки (IDE), которая предназначена для разработки мобильных приложений. Среди преимуществ можно выделить встроенный в IDE эмулятор Android-устройства, интеграцию с некоторыми базами данных, большое сообщество разработчиков и выбор языка программирования для реализации приложения.

2. Java — объектно-ориентированный язык программирования со строгой типизацией. Широко используется для разработки мобильных приложений [2].

3. Android SDK — инструмент для работы с Java. Используется для компиляции приложений, написанных на данном языке программирования.

4. Gradle — инструмент автоматизации сборки проектов. Он позволяет эффективно управлять процессом компиляции кода, запуском модульных и интеграционных тестов, созданием исполняемых файлов и автоматической загрузкой необходимых библиотек [3].

5. SQLite — реляционная база данных, в которую происходит сохранение всех данных, внесённых пользователем. Она позволяет создавать локальные базы данных, а также предоставляет удобный функционал для работы.

На рисунке 1 приведена схема прецедентов данного приложения. На схеме отображаются все варианты действий, которые приводят к редактированию содержимого базы данных.

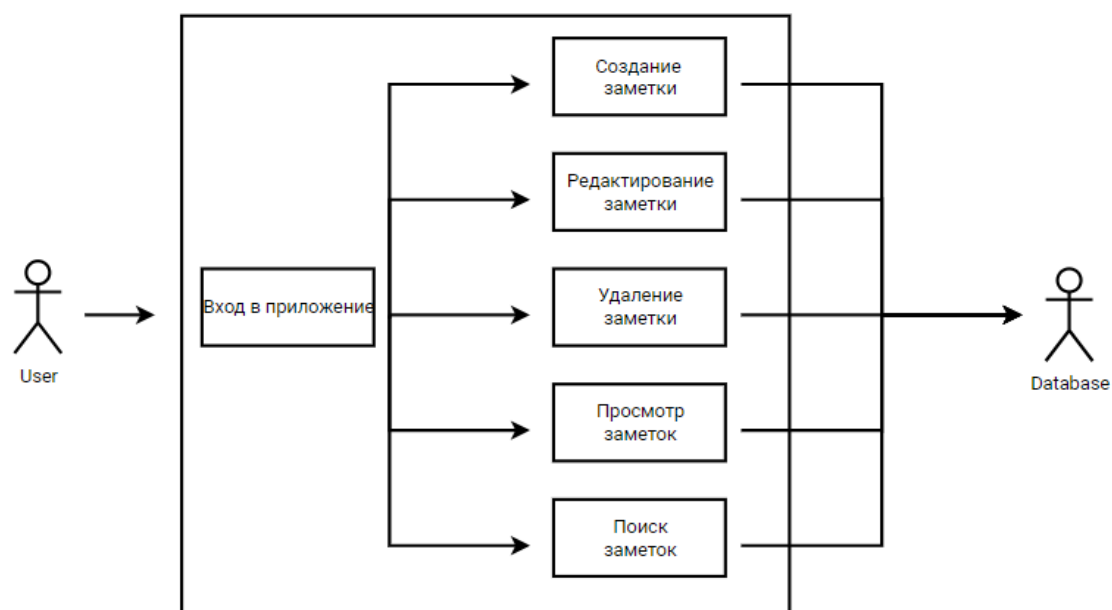


Рисунок 1 – Схема прецедентов

Варианты взаимодействия, представленные на схеме:

1. Создание заметки, которое запускается при помощи отдельной кнопки.
2. Редактирование заметки из уже созданной.
3. Удаление существующей заметки из памяти и базы данных.
4. Просмотр списка созданных заметок.
5. Поиск заметок по заголовку.

На рисунке 2 приведён дизайн приложения. Поскольку базовый функционал, который связан исключительно с работой с заметками, довольно простой, то и дизайн приложения выглядит минималистично. На верхней панели помещены три кнопки. Первая отвечает за поиск нужной заметки по её заголовку. Вторая отвечает за сортировку по названию или дате добавления. Третья кнопка открывает экран настройки приложения. Данные настройки предназначены исключительно для изменения внешнего вида приложения. Основную часть экрана занимает список созданных заметок. На данном рисунке показывается сообщение, которое подсказывает, что нужно делать для создания новой заметки. Сообщение выводится в том случае, если нет никаких записей, в противном случае вместо сообщения выводится список заметок. В правой нижней части экрана располагается кнопка создания новой заметки.

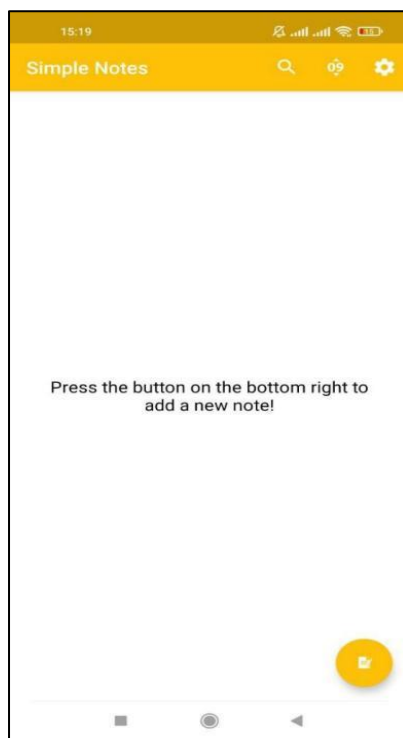


Рисунок 2 – Дизайн приложения

Мобильное приложение успешно запускается на операционной системе Android. Тесты были проведены на эмуляторе и на реальном устройстве.

По итогам этот проект успешно справляется с заданным функционалом: записывает и хранит заметки, шифрует данные, сохраняет всю информацию в базе данных.

Литература

1. Habr.com [Электронный ресурс] : Как устроен AES. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/112733/>. – Дата доступа: 25.03.2025.
2. Metanit.com [Электронный ресурс] : Язык Java. – Режим доступа: <https://metanit.com/java/tutorial/>. – Дата доступа: 25.03.2025.
3. Javarush.com [Электронный ресурс] : Краткое знакомство с Gradle. – Режим доступа: <https://javarush.com/groups/posts/2126-kratkoe-znakomstvo-s-gradle>. – Дата доступа: 25.03.2025.

Д. Д. Данилецкий

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Е. Н. Ливак**, канд. техн. наук, доцент

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ СЕРВЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

Современные корпоративные сети сталкиваются с постоянно возрастающими угрозами кибербезопасности, что требует внедрения эффективных и оперативных методов защиты серверной инфраструктуры. Автоматизация процессов обеспечения безопасности позволяет значительно повысить устойчивость систем к атакам, минимизировать человеческий фактор и оперативно реагировать на возникающие угрозы.

Целью данной работы является исследование автоматизированных подходов к обеспечению безопасности серверной инфраструктуры, анализ их эффективности и разработка рекомендаций по их применению в корпоративных сетях.

В процессе исследования были рассмотрены ключевые аспекты автоматизации защиты, включая применение средств анализа сетевого трафика и событий безопасности в режиме реального времени. Такие системы используют технологии машинного обучения для выявления аномалий и проактивного предотвращения атак. Особую роль в этом процессе играют автоматизированные системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS), которые анализируют сетевые пакеты, выявляют подозрительную активность и блокируют потенциально опасные соединения. Современные IDS/IPS-системы применяют поведенческий анализ, эвристические методы и алгоритмы искусственного интеллекта, что позволяет им адаптироваться к новым угрозам без необходимости ручного вмешательства.

Автоматизированные системы управления доступом внедряют многофакторную аутентификацию, адаптивный контроль доступа и политики на основе анализа поведения пользователей. Эти механизмы позволяют минимизировать вероятность компрометации учетных данных и несанкционированного доступа. Например, системы управления идентификацией и доступом (IAM) автоматически регулируют уровень привилегий пользователей на основе их активности и профиля рисков.

Интеллектуальные системы реагирования на инциденты применяют решения на основе искусственного интеллекта для анализа угроз и автоматического принятия решений по их устранению. Такие системы позволяют мгновенно блокировать вредоносную активность и предотвращать распространение атак. Современные Security Orchestration, Automation, and Response (SOAR) платформы интегрируют различные инструменты защиты, анализируют поступающие угрозы и автоматически выполняют необходимые контрмеры.

Автоматизация обновлений и патч-менеджмента осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения для централизованного управления обновлениями серверов и приложений. Это снижает вероятность эксплуатации уязвимостей и повышает уровень защиты инфраструктуры. Например, автоматизированные системы управления исправлениями (Patch Management Systems) позволяют отслеживать наличие критически важных обновлений и своевременно их устанавливать, снижая риск атак через известные уязвимости.

Облачные технологии и централизованное управление безопасностью обеспечивают хранение и обработку данных о киберугрозах, что позволяет оперативно адаптировать защитные меры и улучшать координацию между различными системами безопасности. Применение облачных SIEM-систем (Security Information and Event Management) позволяет анализировать логи с тысяч устройств в режиме реального времени, выявляя аномалии и формируя рекомендации по их устранению.

Также важную роль в автоматизированной защите серверной инфраструктуры играет применение Zero Trust подхода, который исключает безусловное доверие к пользователям и устройствам, проверяя каждое соединение независимо от его происхождения. В сочетании с автоматизированными методами шифрования, такими как использование аппаратных модулей безопасности (HSM) и систем управления ключами (KMS), Zero Trust обеспечивает дополнительный уровень защиты данных.

Проведенный анализ показывает, что внедрение автоматизированных методов защиты позволяет значительно снизить риски, связанные с угрозами безопасности серверной инфраструктуры. Автоматизация IDS/IPS, SOAR, SIEM и других технологий делает защиту корпоративных сетей более динамичной, адаптивной и эффективной. Полученные результаты могут быть использованы для разработки стратегий повышения безопасности корпоративных информационных систем, обеспечивая их надежную защиту от современных угроз.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОНЛАЙН-БРОНИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ

Современный мир характеризуется быстрым развитием технологий и их повсеместным внедрением в различные сферы жизни. Одной из наиболее динамично развивающихся областей является транспорт, где информационные технологии играют ключевую роль в улучшении качества услуг и повышении удобства пользователей.

Целью разработки является создание мобильного приложения для онлайн- бронирования билетов на поезда. В приложении будет реализована аутентификация пользователя с взаимодействием с базой данных. Также пользователь сможет выбирать удобные ему даты, тип вагона и места, пункты отправления и назначения.

В начальном меню приложения на выбор предоставлены две кнопки: Начать и Вход в аккаунт. При нажатии первой пользователь переходит на экран выбора нужных ему параметров: выбор пункта отправления и прибытия, выбор количества взрослых и детей, выбор даты отправления и прибытия, типа вагона(купе, плацкарт, сидячие места). После выбора параметров и нажатии кнопки пользователь переходит на экран выбора доступных маршрутов. После выбора открывается экран выбора мест, с отображением свободных, занятых и выбранных мест. Выбрав все необходимые параметры пользователю предоставляется билет на нужный рейс.

Для реализации проекта были использованы следующие инструменты:

1. Android Studio – это среда разработки, которая используется для создания приложений для Android-устройств: смартфонов, планшетов, умных часов и телевизоров. В ней можно писать код, проектировать графический интерфейс, проводить отладку и сборку приложений для публикации в магазинах. Код в Android Studio пишут на Java или Kotlin – языке программирования, который в Google назвали официальным для разработки под операционную систему Android.

2. Firebase – набор инструментов и сервисов для разработки мобильных и веб-приложений от Google. С его помощью можно быстро развернуть бэкенд со своей серверной логикой, подключить базы данных и настроить авторизацию пользователей.

3. Java – это объектно-ориентированный язык программирования, который поддерживает абстракции «класса» (описание сущности программы) и «объекта» (экземпляр класса), а также реализует основные парадигмы объектно-ориентированного программирования.

4. Gradle – это современный инструмент автоматизации сборки проектов, широко используемый в разработке программного обеспечения. Gradle используется для компиляции кода, запуска модульных и интеграционных тестов, создания исполняемых файлов, автоматической загрузки необходимых для проекта библиотек.

5. Android SDK – это набор инструментов, библиотек и документаций, предназначенных для разработки приложений под операционную систему Android. Android SDK предоставляет все необходимое для создания, тестирования и отладки приложений, а также для их развертывания на устройствах или эмуляторах Android.

Далее рассмотрим схему работы приложения (рисунок 1).

При входе в приложение пользователю предлагается пройти регистрацию или войти в аккаунт. Данные пользователя заносятся в Firebase, в котором также хранится файл с информацией о доступных местах, маршрутах и датах. После входа в аккаунт или регистрации пользователь переносится на главный экран, в котором происходит выбор необходимых данных для поездки. Следующий экран предлагает визуализацию доступных, свободных и забронированных мест в соответствии с файлом из базы данных. Также пользователь может выбрать места и перейти на экран с оформленным билетом.

Ниже приведен дизайн приложения. На начальном экране пользователь может вернуться на экран авторизации при помощи визуально-выделенной кнопке. Далее представлены основные критерии поездки: выбор маршрута, количество пассажиров, даты отъезда и возвращения, а также тип вагона. На экране оформленного билета выводится результат выбора данных, который сделал пользователь (рисунок 2).

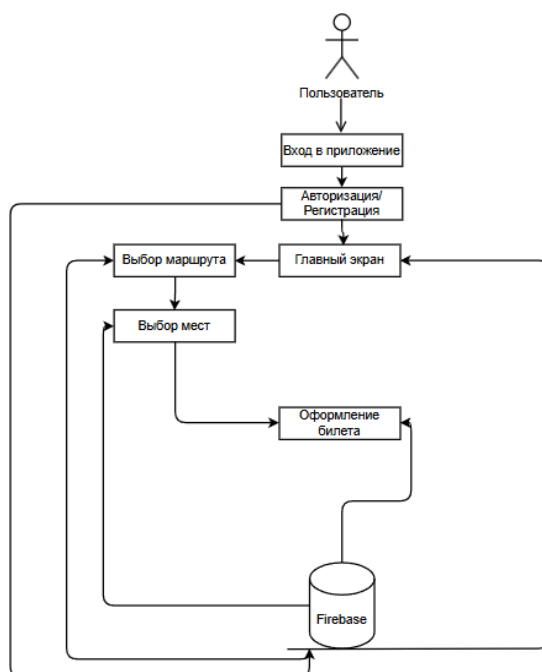


Рисунок 1 – Схема работы приложения

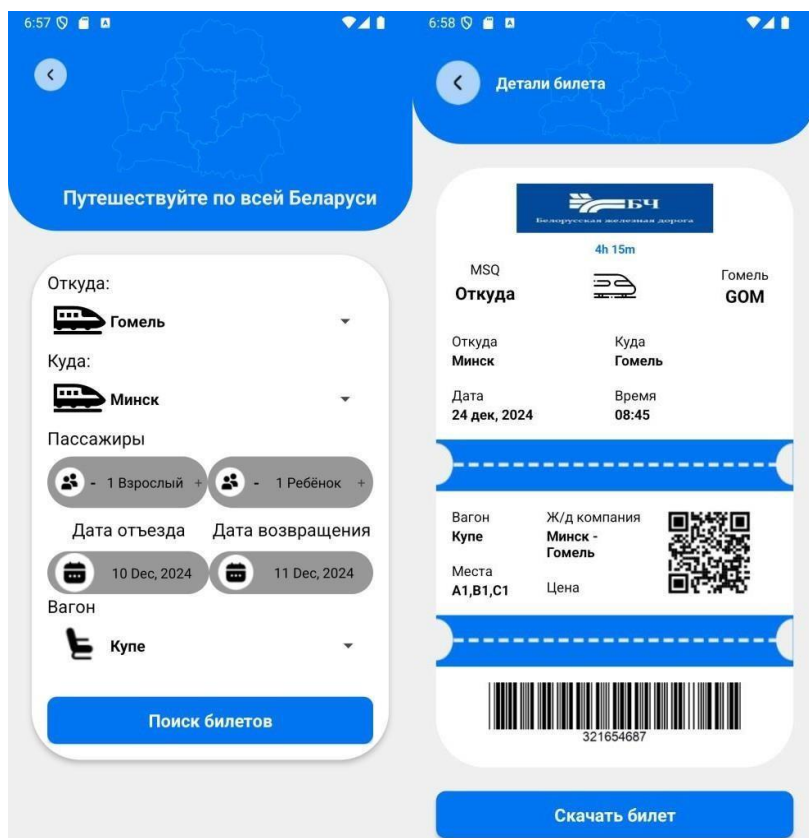


Рисунок 2 – Главный экран и оформленный билет

В ходе выполнения разработки приложения были получены практические навыки по разработке и введению в эксплуатацию мобильного приложения с учетом выбора оптимальной среды разработки, языка программирования. Результатом выполнения проекта является разработанное приложение – онлайн-бронирование билетов на поезда на ОС Android.

Литература

1. Metanit.com [Электронный ресурс]: Язык Java. – Режим доступа: <https://metanit.com/java/tutorial/>. – Дата доступа: 25.03.2025.
2. Javarush.com [Электронный ресурс]: Краткое знакомство с Gradle. – Режим доступа: <https://javarush.com/groups/posts/2126-kratkoe-znakomstvo-s-gradle>. – Дата доступа: 25.03.2025.
3. Firebase [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firebase.google.com/>. – Дата доступа: 25.03.2025.
4. Metanit.com [Электронный ресурс]: Настройка Android SDK. – Режим доступа: <https://metanit.com/java/android/1.7.php>. – Дата доступа: 25.03.2025.

А. М. Деликатный

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **И. Б. Просвирнина**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ КРИПТОСИСТЕМЫ RSA, ШИФРА RC4, СХЕМЫ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ»

Криптография является основой защиты информации в современном цифровом мире. Алгоритмы шифрования, такие как Эль-Гамала, RSA и RC4, широко применяются в различных сферах, обеспечивая конфиденциальность и надежную безопасность данных. Однако, в связи с развитием криптоанализа, появляются новые уязвимости, что делает их постоянное изучение и анализ особенно важными.

Цель данного проекта – создание онлайн-платформы для обучения студентов основам криптографии и анализа стойкости различных криптографических систем. Система включает в себя образовательные модули, направленные на изучение теоретических основ шифрования, а также практические задания, позволяющие пользователям реализовывать атаки на реальные криптографические алгоритмы.

Алгоритм RSA основан на сложности факторизации больших чисел и широко используется в различных областях, таких как электронная коммерция, цифровые подписи и безопасный обмен данными. Однако, при использовании недостаточно больших простых чисел или малых значений открытой экспоненты, возможно проведение различного рода атак, направленных на вскрытие ключа.

Криптосистема Эль-Гамала основана на сложности вычисления дискретного логарифма и применяется в системах цифровых подписей и защищенной передачи данных. Она уязвима перед атаками на основе анализа свойств групп, в которых происходит шифрование.

Потоковый шифр RC4, ранее использовавшийся в сетевых протоколах, таких как WEP и SSL, подвержен атакам, связанным с предсказуемостью начального состояния ключевого расписания. Данная уязвимость привела к постепенному отказу от его использования.

Проектируемый обучающий комплекс включает в себя теоретические и практические модули, предназначенные для глубокой проработки криптографических алгоритмов и их уязвимостей.

В рамках теоретического блока (рисунок 1) пользователи имеют доступ к структурированному материалу по истории и принципам работы шифров, а также методам криптоанализа.

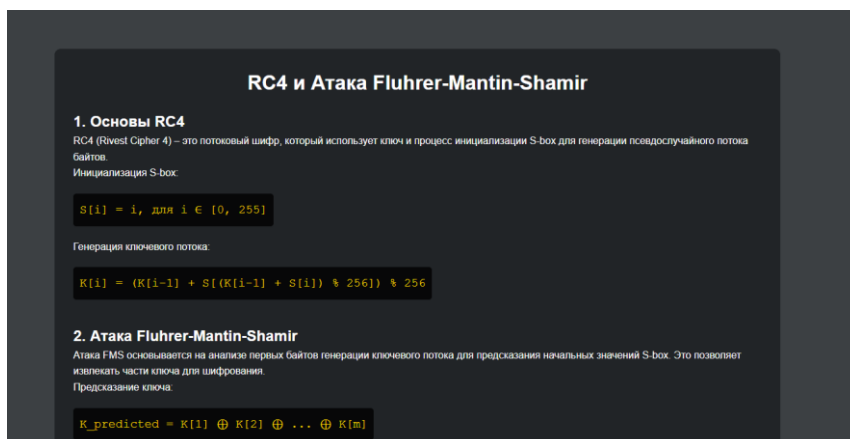


Рисунок 1 – Пример реализации теоретического блока

Практическая часть (рисунок 2) позволяет пользователям самостоятельно реализовывать алгоритмы, разбирать примеры атак и проводить криптоанализ на заранее подготовленных заданиях, что обеспечивает глубокое понимание функционирования систем защиты информации.

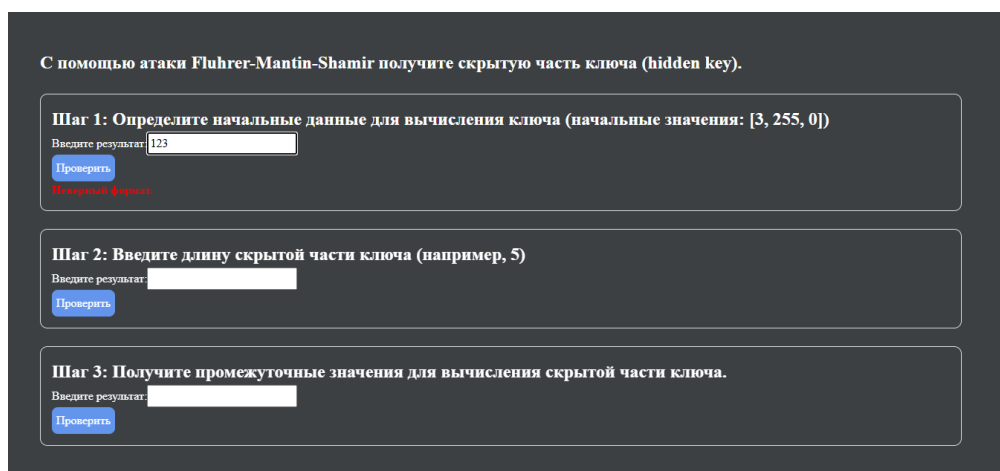


Рисунок 2 – Пример реализации практического блока

Задания в практическом модуле генерируются случайным образом, что создает уникальный опыт обучения и позволяет пользователям работать с разнообразными условиями для одних и тех же задач. Все условия заданий тестируются, чтобы убедиться, что атаки работают правильно и выявить возможные ошибки системы.

В дальнейшем, развитие обучающего комплекса позволит добавить новые криптосистемы и методы защиты данных, что поможет студентам углубить свои знания в области криптографии и информационной безопасности. Таким образом, создаваемая система станет мощным инструментом для обучения будущих специалистов в области кибербезопасности, предоставляя им не только теоретические знания, но и практические навыки по анализу и защите данных.

Литература

1. Ян, Сонг Й. Криптоанализ RSA / Сонг Й. Ян. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика» : Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. — 312 с.
2. Boneh, D. Twenty Years of Attacks on the RSA Cryptosystem [Electronic resource] / Applied Cryptography Group | Stanford University, 1999. – Mode of access: <https://crypto.stanford.edu/~dabo/papers/RSA-survey.pdf>. – Date of access: 01.03.2025.
3. Схема Эль-Гамала в криптографии [Электронный ресурс] / cyberleninka.org: Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/shema-el-gamalya-v-kriptografii> – Дата доступа: 01.03.2025.
4. RC4 [Электронный ресурс] / Википедия: свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RC4> – Дата доступа: 01.03.2025.
5. Рализация алгоритма поточного шифрования RC4 [Электронный ресурс] / cyberleninka.org: Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-algoritma-potochnogo-shifrovaniya-rc4>. – Дата доступа: 01.03.2025.

З. И. Довидович

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. А. М. Кадан, канд. техн. наук, доцент

УЯЗВИМОСТИ ЯЗЫКА C

В ноябре 2020 г. АНБ выпустило отчет, посвященный проблемам безопасной работы с памятью при разработке программного обеспечения. Эксперты агентства порекомендовали организациям, занимающимся созданием ПО, по возможности отказаться от применения языков программирования, которые либо не обеспечивают защиту памяти вовсе, либо не делают это недостаточно эффективно. По мнению ведомства, к таковым относятся языки C и C++.

Язык C, несмотря на 50-летнюю историю, остается основой критически важных систем: ядра ОС (Linux, Windows), встраиваемые устройства, сетевые протоколы. Однако его низкоуровневая природа, ручное управление памятью и отсутствие встроенных проверок границ делают его источником катастрофических уязвимостей.

Пример инцидента Heartbleed (OpenSSL, 2014) – ошибка чтения за пределами буфера в OpenSSL, позволяющая несанкционированно читать память на сервере или на клиенте. На момент объявления об ошибке количество уязвимых веб-сайтов оценивалось в полмиллиона, а это составляло около 17 % защищенных веб-сайтов Интернета.

Целью данной работы является систематизация знаний о ключевых уязвимостях языка C, анализ их причин и последствий, а также предложение подходов, которые позволят минимизировать риски их возникновения.

Основные задачи включают анализ существующих методов обнаружения и предотвращения уязвимостей и исследование подходов к разработке более безопасного кода на языке C.

Для того чтобы подойти к решению проблемы уязвимостей в языке C, нам надо изучить сами слабости.

Основные типы уязвимостей и примеры

1.1. Переполнение буфера (Buffer Overflow) – самая распространенная уязвимость в C. Она возникает, когда программа записывает данные за пределами выделенной области памяти. Это может привести к перезаписи критически важных данных, сбою программы и выполнению произвольного кода.

Пример кода:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    char buf[24];
    gets(buf); // Функция gets не имеет никакой проверки на
размер
// поступающей строки и вредоносный ввод может легко вызвать
переполнение
// буфера
    printf("%s", buf);
    return 0;
}
```

Для защиты можно использовать безопасные функции (fgets, strncpy, snprintf), либо проводить проверку размером буфера.

1.2. Использование освобожденной памяти (Use-After-Free). Происходит, когда программа обращается к памяти после ее освобождения (free()), что может привести к краху программы или выполнению вредоносного кода.

Пример кода:

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
int main() {
    int *ptr = malloc(sizeof(int));
    *ptr = 42;
    free(ptr);
    printf("%d\n", *ptr); // Использование освобожденной памяти
    return 0;
}
```

Для защиты можно использовать установление ptr = NULL после free(ptr), либо использовать инструменты вроде AddressSanitizer, которые обнаруживают обращения к освобожденной памяти.

1.3. Уязвимость выполнения команд (Command Execution). Эта уязвимость возникает, когда программа без должной проверки передает пользовательский ввод в функции, выполняющие системные команды (например, system(), popen(), exec()). Атакующий может подменить ожидаемые данные произвольными командами, которые будут выполнены с привилегиями программы.

Пример кода:

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
int main() {
    char str[40];
    fgets(str, 39, stdin); // Получаем ввод от пользователя.
    system(str); // Выполняем ввод как команду без должной про-
верки.
    return 0;
}
```

Методы защиты:

- Полный отказ от system.
- Жесткая валидация ввода.
- Экранирование специальных символов.
- Использование списка разрешенных команд.
- Запуск с пониженными привилегиями (setuid(getuid())).

1.4. Запись/чтение вне границ. В этом случае программа записывает данные до или после предназначенного буфера. Это может привести к выполнению несанкционированных кодов, сбоям и перезагрузкам. Для защиты используют явную проверку границ перед записью/чтением.

Пример кода:

```
#include <stdio.h>
int main(){
    int arr[] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
    printf("arr [0] is %d\n", arr[0]);
    // Неопределённое поведение: выход за границы массива
    printf("arr[10] is %d\n", arr[10]);
    arr[10] = 11;
    printf("arr[10] is %d\n", arr[10]);
    return 0;
}
```

Методы защиты от уязвимостей C:

- статический анализ (PVS-Studio, Clang Static Analyzer) – поиск ошибок на этапе написания кода. Особенно эффективен для поиска типовых ошибок вроде утечек памяти или неопределенного поведения. Недостатки: высокая доля ложных срабатываний;
- динамический анализ (AddressSanitizer, Valgrind, MemorySanitizer) – обнаруживает ошибки, проявляющиеся только при выполнении, например, race conditions. Ограничения: замедление работы программы;
- аппаратные механизмы защиты (ASLR, DEP, Stack Canaries) – усложняют эксплуатацию уязвимостей. Недостатки: обход через утечки памяти;
- ручной аудит и стандарты (MISRA C, CERT C) – замена небезопасных функций. Автоматизированные инструменты проверки соответствия стандартам (например, cppcheck) снижают нагрузку на разработчиков. Сложности: требует высокой дисциплины разработки;
- валидация входных данных – whitelist-валидация, экранирование символов. Критична для предотвращения таких атак, как переполнение буфера, Command Execution;
- использование альтернатив C – использование более безопасных языков (Rust, Go) для критичных задач.

Заключение

Язык C остаётся одним из самых мощных и эффективных языков программирования и он предоставляет разработчикам огромные возможности, но, несмотря на свою мощь и эффективность, остается источником критических уязвимостей, способных подорвать безопасность целых систем. Эксплуатирование таких уязвимостей может превратить программу в инструмент для взлома.

Будущее безопасного программирования на C – это многоуровневая защита, которая использует различные анализы кода, аппаратные механизмы защиты, а также предполагает постепенный переход на memory-safe языки (Rust, Go) для критических компонентов.

Е. Д. Долматов
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **С. В. Петров**, канд. мед. наук, доцент

ВОЗМОЖНОСТИ CHATGPT ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПОЛИТИК БЕЗОПАСНОСТИ ДОСТУПА К ОБЪЕКТАМ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ

В современном мире, характеризующемся стремительным увеличением объемов данных и ростом требований к их защите, управление доступом к файловым системам становится все более сложной задачей [1, 2]. Организация эффективной системы контроля доступа требует учета множества факторов, включая уровни привилегий пользователей, требования к аутентификации и авторизации, а также соблюдение регламентов безопасности. Ошибки в настройке политик доступа могут привести к утечкам данных, взлому учетных записей и другим инцидентам. Для минимизации рисков и оптимизации процесса обеспечения безопасности важно использовать современные технологии, включая искусственный интеллект. Одним из перспективных инструментов в этой области является ChatGPT, способный автоматизировать процесс формирования политик безопасности, снижая вероятность ошибок и временные затраты администраторов.

Данная работа посвящена изучению возможностей использования ChatGPT для автоматического создания и оптимизации политик безопасности в файловых системах. Основное внимание уделяется анализу применимости модели, выявлению ее преимуществ и ограничений, а также разработке сценариев практического использования в реальных условиях [3, 4]. Технологии машинного обучения могут существенно облегчить работу специалистов по кибербезопасности, однако важно учитывать, что модели, основанные на искусственном интеллекте, не всегда способны в полной мере понимать специфические контексты информационных систем.

В процессе исследования были поставлены следующие задачи: изучение теоретических основ обеспечения безопасности файловых систем, анализ возможностей ChatGPT в контексте кибербезопасности, тестирование модели на предмет точности, полноты и корректности предлагаемых решений, а также выявление преимуществ и ограничений данной технологии. Методология исследования основана на сравнительном анализе, тестировании и экспериментальной проверке предложенных моделью решений в реальных условиях. Такой подход позволяет объективно оценить эффективность ChatGPT в разработке политик безопасности и управлении доступом.

Эксперименты, проведенные в рамках работы, включали тестирование модели ChatGPT на предмет генерации политик безопасности, автоматизированного написания команд для управления доступом и формирования скриптов для их применения [5–7]. Анализируемые параметры включали точность и полноту сгенерированных решений, корректность с точки зрения кибербезопасности и возможность их практической реализации в реальных корпоративных системах. Результаты показали, что ChatGPT способен формировать работоспособные политики безопасности и команды, которые облегчают работу администраторов и сокращают затраты времени на настройку контроля доступа. Однако, несмотря на положительные аспекты, модель не всегда способна учитывать все детали инфраструктуры и специфические требования конкретной системы, что требует дополнительных проверок со стороны специалистов и точных формулировок запросов.

Перспективы дальнейших исследований связаны с интеграцией ChatGPT с инструментами управления доступом, такими как Ansible и другие автоматизированные системы конфигурирования [8, 9]. Также рассматривается возможность обучения модели на специализированных данных, что позволит повысить ее точность и адаптивность к конкретным требованиям информационных систем. Важным направлением является разработка автоматизированных отчетов по безопасности, которые могли бы оперативно

предоставлять информацию о состоянии контроля доступа и выявлять потенциальные уязвимости [10]. Дополнительно рассматривается внедрение контекстного анализа, который позволит искусственному интеллекту лучше понимать специфику запрашиваемых политик и учитывать особенности инфраструктуры конкретного предприятия.

Для эффективного использования ChatGPT в области кибербезопасности важно соблюдать ряд рекомендаций. Необходимо обеспечить строгий контроль доступа к конфиденциальной информации, чтобы предотвратить утечки данных, а также регулярно проверять и обновлять сгенерированные модели и политики на предмет соответствия актуальным требованиям безопасности. Кроме того, специалисты, использующие данную технологию, должны быть обучены правильной формулировке запросов и интерпретации полученных результатов. Искусственный интеллект может существенно облегчить работу, но окончательные решения должны приниматься экспертами в области информационной безопасности.

Использование ChatGPT в сфере кибербезопасности открывает новые возможности для автоматизации и повышения эффективности процессов управления доступом к файловым системам [11]. При правильном подходе данная технология может стать мощным инструментом в арсенале специалистов по информационной безопасности, позволяя быстрее и точнее разрабатывать политики безопасности, выявлять потенциальные уязвимости и автоматизировать рутинные процессы. Однако для достижения наилучших результатов необходимо учитывать ограничения модели и обеспечивать надлежащий контроль со стороны экспертов, чтобы минимизировать риски, связанные с возможными ошибками и неточностями в сгенерированных решениях.

Литература

1. Основные угрозы безопасности при загрузке файлов и способы их предотвращения [Электронный ресурс] / Hyperhost / – / Режим доступа: <https://hyperhost.ua/info/ru/osnovnye-ugrozy-bezopasnosti-pri-zagruzke-faylov-i-sposoby-ikh-predotvrashcheniya> / – Дата доступа: 05.12.2024.
2. Современные угрозы файловым системам [Электронный ресурс] / Cynet / – / Режим доступа: <https://www.cynet.com/cybersecurity/>. – Дата доступа: 05.12.2024.
3. Трансформер модель машинного обучения [Электронный ресурс] / Википедия: свободная энциклопедия / – / Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer_\(deep_learning_architecture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer_(deep_learning_architecture)) – Дата доступа: 05.12.2024.
4. Transformer model [Электронный ресурс] / blogs.nvidia / – / Режим доступа: <https://blogs.nvidia.com/blog/what-is-a-transformer-model/>. – Дата доступа: 05.12.2024.
5. Иерархия разрешений на доступ к папкам [Электронный ресурс] / helpcenter.onlyoffice / — / Режим доступа: <https://helpcenter.onlyoffice.com/workspace/userguides/documents-folder-permissions.aspx/>. – / Дата доступа: 05.12.2024.
6. NTFS [Электронный ресурс] / Википедия: свободная энциклопедия — Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/NTFS/>. – / Дата доступа: 05.12.2024.
7. Управление доступом [Электронный ресурс] / Microsoft – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/security/business/security-101/what-is-access-control> / – / Дата доступа: 05.12.2024.
8. Ansible versus Terraform Demystified [Электронный ресурс] /ansible/ – / Режим доступа: <https://www.ansible.com/blog/ansible-vs-terraform-demystified/>. – Дата доступа: 05.12.2024.
9. Ansible versus Puppet [Электронный ресурс] /puppet/. – / Режим доступа: <https://www.puppet.com/why-puppet/compare/puppet-vs-ansible>. – Дата доступа: 05.12.2024.
10. What is OPA [Электронный ресурс] / openpolicyagent / – / Режим доступа: <https://www.openpolicyagent.org/docs>. – Дата доступа: 05.12.2024.

11. Using ChatGPT for IaC [Электронный ресурс] / devopsity/. – / Режим доступа: <https://devopsity.io/blog/using-chatgpt-for-iac-infrastructure-as-code/>. – Дата доступа: 05.12.2024.

Ю. А. Дреко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Н. А. Шаповалова**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ МОДУЛЯМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

«1С: Предприятие» является одной из наиболее распространённых платформ для автоматизации учёта и управления предприятием. Её архитектура позволяет настраивать и модифицировать решения под конкретные бизнес-задачи, интегрируя различные модули и обеспечивая обмен данными между ними.

В работе рассматривается задача разработки подсистемы обмена данными между двумя информационными системами предприятия с использованием конфигурации «Конвертация данных 2.1». Первая база реализована на платформе 1С: Предприятие 8.2 и содержит сведения о сотрудниках, должностях, автомобилях и их состоянии, местах эксплуатации и заправочные станции, а также документы, фиксирующие их закрепление за работниками, заправку автомобилей и их техническое обслуживание. Кроме того, были реализованы регистры сведений, регистры накоплений и отчёт. Вторая база представлена на платформе 1С: Предприятие 8.3 в управляемом приложении, в ней отсутствуют данные, что требует организации процесса их переноса.

Основной целью проекта является разработка и настройка автоматизированного процесса обмена данными между двумя информационными базами 1С: Предприятие 8 для корректного переноса данных из одной системы в другую с учётом различий в структурах метаданных.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- осуществлен анализ предметной области, включая изучение особенностей обеих информационных систем;
- изучение существующих методов обмена данными в 1С;
- разработка структуры обмена и правил конвертации данных в «Конвертации данных 2.1»;
- настройка механизмов передачи данных, сопоставления объектов и преобразования их структуры;
- тестирование корректности обмена и устранение возможных ошибок.

В ходе организации обмена данных были созданы:

- правила конвертации объектов (ПКО) для сопоставления структур данных между информационными базами;
- правила конвертации значений (ПКЗ) для преобразования данных с учётом различий в форматах хранения информации.

В ходе работы были разработаны справочники, регистры сведений и документы, участвующие в процессе обмена, а также настроены преобразования данных для корректного их переноса.

Реализованный проект продемонстрировал возможность эффективной интеграции данных между различными конфигурациями 1С, что позволяет автоматизировать процессы обновления информации и минимизировать ошибки при передаче данных. Разработанное решение может быть использовано для дальнейшей адаптации и интеграции с другими модулями предприятия.

Д. А. Дробышевский
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. В. Н. Кулинченко, ст. преподаватель

БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ЮЗАБИЛИТИ И АДАПТИВНЫЙ ДИЗАЙН СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Веб-приложения в мире стали неотъемлемой частью повседневной жизни, бизнеса и образования. Их использование охватывает широкий спектр деятельности, начиная от онлайн-покупок и заканчивая дистанционным обучением. Однако с ростом популярности веб-приложений увеличивается и количество угроз, связанных с их безопасностью. Такие уязвимости, как SQL-инъекции, межсайтовый скриптинг (XSS) и недостаточная защита данных, могут привести к серьезным последствиям, включая утечку конфиденциальной информации и финансовые потери. Кроме того, низкая производительность веб-приложений, выражающаяся в долгой загрузке страниц и неоптимизированном интерфейсе, негативно влияет на пользовательский опыт и может стать причиной потери аудитории [1].

Целью работы является анализ методов обеспечения безопасности и оптимизации производительности веб-приложений на примере интернет-магазина. В ходе исследования были рассмотрены ключевые аспекты защиты данных, такие как внедрение протокола HTTPS для шифрования передаваемой информации, использование параметризованных запросов для предотвращения SQL-инъекций и настройка политики безопасности контента (CSP) для защиты от XSS-атак. Эти меры позволяют значительно снизить риски взлома и несанкционированного доступа к данным пользователей.

Оптимизация производительности веб-приложения также играет важную роль в обеспечении его эффективной работы. В рамках исследования были применены такие методы, как сжатие изображений с использованием современного формата WebP, кэширование статических ресурсов через сервис Cloudflare и минификация файлов CSS и JavaScript с помощью инструментов типа Webpack. Эти решения способствуют ускорению загрузки страниц и улучшению общего пользовательского опыта.

Для тестирования уровня безопасности веб-приложения был использован инструмент OWASP ZAP, который позволяет выявлять потенциальные уязвимости. Анализ производительности проводился с помощью Google Lighthouse, предоставляющего детальную информацию о скорости загрузки и других ключевых метриках. Результаты исследования показали, что комплексный подход к безопасности и оптимизации не только повышает надежность веб-приложения, но и способствует увеличению доверия со стороны пользователей.

Для достижения адаптивности дизайна были применены современные технологии CSS, включая Grid и Flexbox, которые позволяют создавать гибкие макеты, автоматически подстраивающиеся под размер экрана устройства. Тестирование проводилось на устройствах с различными разрешениями, что позволило убедиться в корректном отображении всех элементов интерфейса на любых устройствах [2].

Улучшение юзабилити включало в себя упрощение навигации, например, использование «бургер»-меню для мобильных устройств, которое позволяет компактно разместить пункты меню без перегрузки интерфейса. Также были учтены требования доступности, такие как соблюдение контрастности цветов для слабовидящих пользователей в соответствии со стандартами WCAG.

Для прототипирования дизайна использовался инструмент Figma, который позволил наглядно представить все изменения до их реализации. Оценка производительности проводилась с помощью сервиса GTmetrix, предоставляющего детальную информацию о скорости загрузки и других параметрах, влияющих на удобство использования. Результаты исследования показали, что даже небольшие изменения в дизайне и

структуре сайта могут привести к значительному увеличению конверсии, в некоторых случаях на 20–30 %.

Литература

1. OWASP Top 10 Security Risks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owasp.org/www-project-top-ten/>. – Дата доступа: 17.02.2025.
2. Ten Usability Heuristics for User Interface Design [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. – Дата доступа: 10.03.2025.

Д. А. Дробышевский

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Кулинченко**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКОГО САЙТА ЗАО «РАСТ»

Создание представительского сайта ЗАО «РАСТ» требует не только реализации базовых функций, но и продуманной архитектуры, способной адаптироваться к растущим нагрузкам. Одной из ключевых проблем является баланс между скоростью отклика и функциональностью, особенно при интеграции динамического контента, такого как интерактивные формы, персонализированные рекомендации или взаимодействие со сторонними API [1].

В рамках проекта для фронтенда выбран фреймворк Vue.js с использованием Composition API для управления состоянием приложения и библиотеки Axios для выполнения HTTP-запросов к серверу. Это позволило организовать эффективное взаимодействие с данными и минимизировать лишние перерисовки интерфейса. Серверная часть реализована на Django с применением Django REST Framework, что обеспечило гибкость в обработке запросов и масштабируемость за счет модульной структуры.

Оптимизация производительности достигается через кэширование статического контента с помощью Django-Whitenoise и CDN-сервисов, таких как Cloudflare. Для динамических данных применён паттерн «ленивой загрузки» (lazy loading), при котором ресурсы загружаются только при необходимости, например, изображения в галерее или комментарии на странице. Дополнительно настроена предзагрузка критических ресурсов через `<link rel="preload">`, что сокращает время первого взаимодействия (FCP) на 15–20 %.

Важным аспектом стала безопасность. Внедрена защита от CSRF-атак с использованием токенов, а также настройка заголовков Content Security Policy (CSP) для предотвращения XSS. Для мониторинга ошибок и производительности подключены инструменты типа Sentry и Lighthouse, которые позволяют оперативно выявлять узкие места.

В ходе работы была применена архитектура, сочетающая паттерн MVC на бэкенде (реализованном на Django) и SPA (Single Page Application) на фронтенде с использованием Vue.js для управления глобальным состоянием. Для асинхронных операций, таких как загрузка данных или отправка форм, использованы стандартные HTTP-запросы через Axios, что обеспечивает обновление интерфейса без перезагрузки страницы.

Интеграция с базой данных MySQL выполнена через ORM Django, что упрощает миграции и валидацию данных. Для повышения отказоустойчивости настроена репликация базы данных между основным и резервным сервером. Авторизация реализована на основе сессий Django с интеграцией JWT-токенов, что повышает безопасность сессий.

Особое внимание уделено процессу непрерывной интеграции и доставки (CI/CD). Сборка фронтенда автоматизирована через Webpack с настройкой tree-shaking для удаления

неиспользуемого кода. Процесс развертывания автоматизирован с использованием Docker, что упростило настройку окружения и деплой приложения. Тестирование включает модульные и интеграционные тесты, выполняемые с помощью pytest и встроенных средств Vue, что гарантирует стабильность работы всех компонентов системы.

Литература

1. Руководство по архитектуре веб-приложений от Microsoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/>. – Дата доступа: 12.01.2025.

Е. В. Дроздова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВЕБ-САЙТА РЕСТОРАНА

Выбор инструментов для веб-сайта основывался на высокой производительности, простоте разработки и интуитивном пользовательском опыте. Главная задача заключалась в создании интерактивного сайта для просмотра меню, бронирования столиков и получения информации о ресторане.

Был выбран следующий стек технологий: Клиентская часть: Vue.js, HTML, CSS, JavaScript; Серверная часть: Node.js; База данных: MySQL.

Vue.js с его компонентным подходом, упрощает разработку и улучшает пользовательский опыт. HTML организует контент, CSS адаптирует сайт под разные устройства, а JavaScript добавляет интерактивность, например, для фильтрации меню и обработки форм.

Node.js обеспечивает высокую производительность благодаря асинхронной обработке запросов и использованию JavaScript как на клиенте, так и на сервере. Это упрощает поддержку и позволяет легко масштабировать приложение.

MySQL выбрана за свою надежность, скорость обработки запросов и простоту использования, что делает её подходящей для управления данными о бронированиях и меню.

Таким образом, стек технологий (HTML, CSS, JavaScript, Vue.js, Node.js с Express.js и MySQL) обеспечивает надежную и масштабируемую основу для сайта ресторана, позволяя минимизировать риски и обеспечивать стабильность при высокой нагрузке.

Е. В. Дроздова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ПРЕДСТАВИТЕЛЬСКОГО САЙТА ООО «ОРИОН ХОЛЛ»

Создание веб-сайта для ресторана в настоящее время становится одной из ключевых задач в сфере общественного питания. Веб-сайт не только способствует эффективному продвижению заведения и его меню, но и обеспечивает удобство использования для гостей, работников и партнеров. Для того чтобы сайт выполнял свои функции наилучшим образом, необходимо правильно определить его структуру.

В данной работе представлен анализ методов разработки структуры сайта для ресторана. Первым шагом является определение основных целей. В данной работе представлен анализ методов разработки сайта и потребностей его аудитории. Важно учитывать, что структура должна быть ориентирована на пользователей, обеспечивая удобный доступ к информации для всех категорий посетителей.

Далее, были рассмотрены основные принципы, которыми следует руководствоваться при разработке структуры сайта. Эти принципы включают в себя: удобство навигации, простоту поиска информации, оптимизацию для поисковых систем, соответствие современным стандартам дизайна и обеспеченность удобства использования на мобильных устройствах.

После определения основных принципов необходимо разработать структуру сайта на основе актуальных категорий контента. Проведённые исследования позволили выделить ключевые категории, которые следует включить в структуру сайта ресторана. К таким категориям относятся: меню с описанием блюд, специальные предложения, контактная информация, раздел новостей и событий, а также раздел с отзывами клиентов.

В заключение, можно подвести итоги разработки структуры сайта для ресторана. Она должна быть ориентирована на пользователей и учитывать потребности аудитории. Необходимо придерживаться основных принципов, таких как удобство навигации и поиска информации, а также следовать современным трендам дизайна и практикам оптимизации для поисковых систем. Это придаст сайту ресторана конкурентные преимущества и поспособствует привлечению новых клиентов.

А. В. Дударев

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

ВНЕДРЕНИЕ АУТЕНТИФИКАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SPRING SECURITY ЧЕРЕЗ GOOGLE OAUTH2

При регистрации в веб-приложении пользователь предоставляет какие-либо конфиденциальные данные, которые при попадании в руки злоумышленнику могут повлечь серьезные последствия. Для того чтобы избежать таких ситуаций используют специальные технологии, которые различными способами скрывают и шифруют передачу информации, а также уменьшают количество уязвимостей в приложении.

Для обеспечения безопасности используются Spring Security и Google OAuth2. Spring Security представляет собой мощный фреймворк для обеспечения безопасности Java-приложений, позволяющий гибко настраивать аутентификацию и авторизацию. Google OAuth2, в свою очередь, является стандартом авторизации, позволяющим пользователям предоставлять доступ к своим данным в Google без необходимости делиться своими учетными данными с веб-приложением.

Реализация данного подхода включает в себя несколько ключевых этапов. Во-первых, необходимо настроить проект в Google Cloud Console, получив идентификатор клиента и секретный ключ клиента. Эти данные используются для идентификации веб-приложения в Google. Во-вторых, в конфигурацию Spring Security добавляются зависимости и настройки, необходимые для интеграции с Google OAuth2. В частности, указывается URL авторизации Google, URL для получения токена доступа и URI перенаправления, на который Google будет возвращать пользователя после успешной авторизации, а также указываются уже известные идентификатор клиента и секретный ключ клиента.

После настройки Spring Security и Google OAuth2, пользователь при попытке доступа к защищенным ресурсам веб-приложения перенаправляется на страницу

авторизации Google. После успешной авторизации Google перенаправляет пользователя обратно в веб-приложение с кодом авторизации. Веб-приложение, используя этот код, запрашивает у Google токен доступа, который затем используется для получения информации о пользователе и его аутентификации в веб-приложении.

Однако, для полноценного использования ролей пользователей в веб-приложении, необходимо переопределить стандартные компоненты Spring Security, связанные с обработкой OAuth2-авторизации. В частности, требуется создать собственные реализации интерфейсов OAuth2User и OAuthUser2Service.

OAuth2User – это интерфейс, представляющий авторизованного пользователя OAuth2. В собственной реализации этого интерфейса можно добавить дополнительные поля, такие как роли пользователя, и реализовать логику для их получения из Google OAuth2.

OAuthUser2Service – это интерфейс, отвечающий за загрузку информации о пользователе OAuth2. В собственной реализации этого интерфейса можно реализовать логику для получения ролей пользователя из внешнего источника на основе информации, полученной от Google OAuth2.

Переопределение этих компонентов позволяет гибко настраивать роли пользователей и управлять доступом к ресурсам веб-приложения на основе этих ролей.

В целом, внедрение аутентификации и регистрации с использованием Spring Security и OAuth2 значительно упрощает процесс аутентификации пользователей и повышает безопасность, а переопределение OAuth2User и OAuthUser2Service позволяет гибко настраивать роли пользователей и управлять доступом к ресурсам.

А. В. Дударев

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ AOP В ПРОЕКТАХ НА SPRING

Часто в коде приходится дублировать много однотипного кода, например, логирование вызовов методов, управление транзакциями или проверку прав доступа. Для решения этой проблемы в Spring используется Aspect-Oriented Programming. AOP представляет собой парадигму программирования, которая позволяет отделить сквозную логику от основной бизнес-логики приложения. Сквозная логика, такая как логирование, управление транзакциями или безопасность, часто повторяется в различных частях приложения, что приводит к усложнению кода и затрудняет его поддержку. AOP позволяет выделить эту логику в отдельные модули, называемые аспектами, и применять их к различным частям приложения без изменения основного кода.

Основные понятия AOP в Spring:

Аспект – это модуль, содержащий сквозную логику. В Spring аспекты реализуются с помощью классов, аннотированных “Aspect”.

Совет – это действие, выполняемое аспектом. Spring AOP поддерживает различные типы советов:

- before – выполняется перед выполнением целевого метода;
- after – выполняется после выполнения целевого метода;
- afterReturning – выполняется только после успешного выполнения целевого метода;
- afterThrowing – выполняется только после выброса исключения целевым методом;

– around – окружает выполнение целевого метода, позволяя выполнять код до и после него.

Точка среза – это выражение, определяющее, к каким методам или классам должен применяться аспект. Spring AOP использует язык выражений AspectJ для определения точек среза.

Соединение – это конкретное место в выполнении программы, где может быть применен аспект.

Внедрение – это процесс применения аспектов к целевому коду. Spring AOP поддерживает три типа внедрения: при компиляции кода, при загрузке классов в JVM и в момент выполнения программы. Spring AOP использует прокси-объекты для реализации внедрения во время выполнения.

Преимущества использования AOP в Spring:

- AOP позволяет разделить сквозную логику и бизнес-логику, что делает код модульным и понятным;
- сквозная логика может быть реализована один раз в аспекте и применена к нескольким частям приложения;
- изменения в сквозной логике могут быть внесены в одном месте, а не в нескольких частях приложения;
- AOP позволяет легко добавлять или удалять сквозную логику без изменения основного кода.

К примеру, реализовать простое логирование методов сервиса можно всего одним аспектом, изображенным на рисунке 1.

```
@Aspect
@Component
public class LoggingAspect {

    private final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(LoggingAspect.class);

    @Before("execution(* com.example.service.*(..))")
    public void logMethodCall(JoinPoint joinPoint) {
        logger.info("Вызов метода: {} с аргументами: {}", joinPoint.getSignature(), Arrays.toString(joinPoint.getArgs()));
    }

    @AfterReturning(value = "execution(* com.example.service.*(..))", returning = "result")
    public void logMethodResult(JoinPoint joinPoint, Object result) {
        logger.info("Метод {} вернул результат: {}", joinPoint.getSignature(), result);
    }
}
```

Рисунок 1 – Пример простого аспекта

При внедрении аспекта в проект при каждом вызове любого метода в пакете сервисов будет добавляться две записи в лог: об аргументах, пришедших в метод, и о результате, возвращенном методом.

Таким образом, можно увидеть эффективность AOP. Даже в маленьком проекте количество методов может исчисляться десятками, а то и сотнями. Логировать подробно каждый метод в таком случае чрезмерно долго, тем более учитывая то, что этот код даже не будет влиять на конечный функционал приложения. Из этого можно сделать вывод, что AOP не заменим в любых проектах.

А. Г. Евменцев
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А. В. Воруев**, канд. техн. наук, доцент

АНАЛИЗ ПЕРСОН В ПРОЕКТИРОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Создание удобного и интуитивно понятного мобильного интерфейса требует глубокого понимания пользовательского опыта. Важно, чтобы интерфейс был не только визуально привлекательным, но и максимально удобным для пользователя. Один из ключевых методов для этого – анализ персон, который помогает определить целевую аудиторию, её потребности, мотивацию и поведение. Такой подход позволяет разрабатывать интерфейсы, адаптированные под реальные сценарии использования, а не на основе гипотез и абстрактных представлений.

Методология персон основывается на системном изучении данных о пользователях, их привычках, ожиданиях и проблемах при взаимодействии с приложением. Это помогает создавать интерфейсы, ориентированные на реальные пользовательские сценарии, что делает продукт удобным и востребованным. В отличие от предположений, такой подход минимизирует риски ошибок в проектировании и увеличивает шанс на успех на рынке.

Процесс работы с персонами включает несколько этапов:

1. Исследование аудитории – сбор информации о пользователях через интервью, опросы и анализ поведения. Важно учитывать как количественные, так и качественные данные для полноты картины и точного понимания потребностей пользователей.
2. Формирование персон – создание обобщённых портретов пользователей с учётом их потребностей и типичных сценариев взаимодействия с интерфейсом. Это помогает принимать более обоснованные решения на всех этапах разработки и повышает точность конечного продукта.
3. Разработка сценариев использования – моделирование ситуаций взаимодействия пользователя с продуктом для выявления возможных проблем и барьеров. Это позволяет оптимизировать взаимодействие и повысить удобство.
4. Тестирование и доработка – проверка гипотез и внесение изменений на основе обратной связи от пользователей. Постоянная доработка позволяет улучшать интерфейс и адаптировать его под реальные потребности.

Комплексный подход к анализу персон, в сочетании с методами UX-исследований, такими как Customer Journey Map (CJM), помогает создавать логичные и конкурентоспособные интерфейсы, ориентированные на реальные потребности пользователей и обеспечивающие долгосрочный успех на рынке.

А. Г. Евменцев
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А. В. Воруев**, канд. техн. наук, доцент

МЕТОДОЛОГИЯ CJM И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Customer Journey Map (CJM) – это один из ключевых инструментов UX-дизайна, который позволяет анализировать и систематизировать взаимодействие пользователя с цифровым продуктом. Он представляет собой визуальную карту пути пользователя от первого контакта с продуктом до достижения целевого результата. Этот метод помогает

выявлять проблемные зоны интерфейса, устранять возможные барьеры и повышать удовлетворённость пользователей.

Основные этапы построения CJM:

1. Определение целевой аудитории – анализ характеристик пользователей, их потребностей, мотивации и возможных трудностей при взаимодействии с продуктом. Это позволяет определить ключевые сценарии и построить наиболее точную картину пользовательского пути.

2. Формирование карты пути пользователя – определение всех точек контакта (touchpoints) пользователя с продуктом, выявление потенциальных препятствий и неудобств, которые могут привести к отказу от использования.

3. Анализ текущего опыта – выявление этапов, вызывающих сложности, например, длительная регистрация, перегруженный интерфейс или неочевидные функции. На этом этапе проводится исследование обратной связи, анализ данных и юзабилити-тестирование.

4. Оптимизация пути пользователя – внесение изменений, направленных на упрощение взаимодействия. Это может включать сокращение количества шагов в ключевых процессах, улучшение навигации, упрощение интерфейса и оптимизацию контента.

Преимущества использования CJM в мобильных приложениях

Применение CJM на этапе проектирования мобильного интерфейса позволяет заранее устранить возможные проблемы и повысить удобство использования. Например, если анализ показывает, что пользователи часто покидают процесс оформления заказа на определённом этапе, можно упростить этот процесс или предложить альтернативные пути взаимодействия.

Кроме того, CJM способствует повышению вовлечённости аудитории за счёт логичной структуры пользовательского пути. Чёткое понимание всех этапов взаимодействия помогает создавать продукты, соответствующие ожиданиям пользователей. Это повышает конверсию, снижает количество отказов и делает продукт конкурентоспособным.

Таким образом, использование Customer Journey Map в UX-дизайне мобильных приложений является важным этапом проектирования, позволяющим создавать удобные, понятные и эффективные интерфейсы, ориентированные на реальные сценарии использования.

Литература

1. Новожилова, В. Что такое Customer Journey Map (CJM) и как построить её правильно [Электронный ресурс] / В. Новожилова. – Режим доступа: <https://ux-journal.ru/kak-stroit-customer-journey-map.html>. – Дата доступа: 29.03.2025.

К. П. Журо

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

В современном мире, где цифровизация стремительно стирает границы между странами и континентами, знание английского языка трансформируется из преимущества в базовое требование не только для успешной карьеры, но и для самореализации личности в глобальной среде. Английский язык давно перестал быть просто средством общения: сегодня он представляет собой универсальный инструмент коммуникации, который соединяет людей разных культур, национальностей и мировоззрений, создавая единую информационную экосистему. Эта тенденция становится особенно заметной в

ключевых сферах общественной жизни, где английский язык выступает как мост между прошлым и будущим человечества. Корпоративный сектор активно использует английский как основной язык делового взаимодействия при организации международных проектов. Многие компании внедряют его в качестве рабочего языка, даже если их штаб-квартира находится за пределами англоязычных стран. Это позволяет сотрудникам из разных уголков мира эффективно сотрудничать, обмениваться идеями и достигать общих целей. Международные конференции, бизнес-форумы и встречи руководителей высшего звена также невозможны без владения английским языком, что подчеркивает его критическую важность для профессионального роста. Академическое сообщество также опирается на английский язык как на основной инструмент для публикации научных работ, проведения исследований и обмена знаниями. Большинство престижных научных журналов принимают статьи исключительно на английском языке, а крупнейшие международные конференции ученых проводятся именно на нем. Это создает уникальную возможность для исследователей делиться своими открытиями с мировой аудиторией, что способствует прогрессу науки и технологий. Без знания английского языка доступ к передовым исследованиям и участие в глобальных научных дискуссиях становятся практически невозможными. Люди, нацеленные на успех, часто оказываются перед сложным выбором: как найти действительно эффективные и удобные способы обучения английскому языку? Традиционные методы, несмотря на их долгую историю и проверенную временем структуру, зачастую теряют свою актуальность в современном мире. Они остаются недостаточно интерактивными и не помогают в полной мере развить ключевые навыки, особенно такие важные, как восприятие речи на слух. А ведь именно этот аспект играет решающую роль в успешном общении на английском. Студенты, сталкиваясь с реальной речью носителей языка, испытывают настоящие трудности. Разнообразные акценты, быстрый темп разговора, сложные интонации – всё это может превратить даже простой диалог в настоящий вызов. Понимание информации в реальном времени становится проблемой, что значительно затрудняет участие в живых беседах. Результатом становится чувство неуверенности и замешательства, когда теоретические знания не находят практического применения. Чтобы действительно освоить язык и научиться свободно общаться, нужно выйти за рамки устаревших методик и обратиться к инновационным решениям.

Данный доклад посвящён презентации уникального веб-приложения, созданного для всестороннего изучения английского языка. Это инновационное решение направлено на развитие ключевых языковых навыков, помогая пользователям совершенствовать свои знания в удобном и доступном формате. Приложение отличается элегантным и интуитивно понятным интерфейсом, который адаптируется к потребностям учеников любого уровня – от начинающих до продвинутых. Используя такие технологии, как HTML, CSS, JavaScript и PHP, была создана платформа, ориентированная на потребности пользователей [1–3]. Клиентская часть приложения фокусируется на регистрации пользователей, управлении уровнями и обеспечении удобства доступа для всех желающих изучать английский язык. На главной странице отображается заголовок “StarEnglish”, приветствующий пользователя (рисунок 1). Ниже заголовка расположены две кнопки: «Зарегистрироваться» и «Войти». При нажатии на кнопку «Зарегистрироваться» пользователь попадает на форму регистрации, где нужно ввести логин и пароль. После регистрации данные записываются в файл, и пользователь может войти в систему. После успешного входа пользователь попадает на страницу с меню, где расположены кнопки для выбора уровня изучения английского языка: «Начальный уровень», «Средний уровень», «Продвинутый уровень», а также «Диагностический тест». Диагностический тест позволяет оценить текущий уровень владения языком и определить наиболее подходящий уровень обучения. На каждом уровне пользователь может выбрать разделы «Словарный запас», «Грамматика» или «Аудирование». В разделе

«Словарный запас» пользователь может изучать новые слова и их произношение, а также практиковать перевод слов с помощью интерактивных тренажёров. В разделе «Грамматика» представлены теоретические блоки и тренажёры для закрепления грамматических правил. Раздел «Аудирование» включает в себя тренажёры трёх уровней сложности: «Лёгкий», «Средний» и «Тяжёлый». На каждом уровне пользователь должен воспроизвести услышанное слово или предложение (рисунок 2). Если ответ правильный, блок окрашивается в зелёный цвет и воспроизводится аудиофайл со словом «Wonderful». Если ответ неправильный, блок окрашивается в красный цвет и воспроизводится аудиофайл со словом «Bad». Новизна этого приложения заключается в наличии тренажёров по аудированию, которые разбиты на три уровня сложности. Это позволяет пользователям постепенно развивать свои навыки восприятия речи на слух, начиная с базового уровня и переходя к более сложным заданиям. Такой подход обеспечивает комплексное развитие языковых навыков и делает процесс обучения более увлекательным и эффективным.



Рисунок 1 – Форма меню

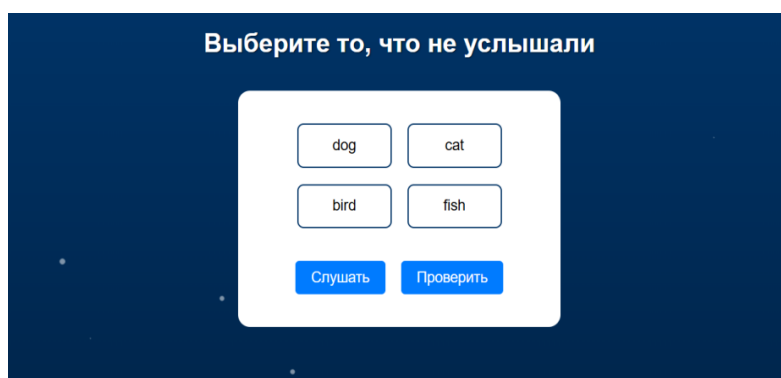


Рисунок 2 – Средний уровень сложности аудирования

Перспективы развития приложения включают расширение функционала за счет новых интерактивных элементов и возможностей для самооценки прогресса. Это позволит пользователям не только улучшать свои навыки, но и получать удовольствие от процесса обучения. Внедрение новых функций, таких как интеграция с искусственным

интеллектом (ИИ) позволит создать адаптивные обучающие программы, которые будут анализировать сильные и слабые стороны каждого пользователя и подбирать материалы соответственно. Это обеспечит более эффективное обучение, поскольку пользователи смогут сосредоточиться на тех аспектах языка, где им требуется дополнительная практика. Кроме того, ИИ сможет предоставлять мгновенную обратную связь на ошибки, что поможет пользователям быстро исправлять их и совершенствовать свои навыки. Также планируется внедрение тренажеров по развитию разговорных навыков. Это будет достигнуто за счет создания виртуальных диалогов, где пользователи смогут практиковать общение на английском языке в реальных ситуациях. Такой подход не только улучшит их способность выражать мысли на языке, но и повысит уверенность в общении. Регулярные обновления учебных материалов будут обеспечивать актуальность и разнообразие контента, что сделает процесс обучения более увлекательным и интересным. Это также позволит разработчикам быстро реагировать на потребности пользователей и вносить изменения в приложение на основе их отзывов.

Это веб-приложение выводит обучение английскому языку на качественно новый уровень, делая его не только более эффективным, но и полностью доступным независимо от времени и места. Для тех, кто стремится к продуктивному освоению языка, оно открывает двери в мир безграничных возможностей, предлагая инновационный подход, который превосходит существующие платформы. Это не просто шаг вперед – это настоящий скачок в будущее языкового обучения.

Литература

1. Хрусталеv, А. HTML5 + CSS3. Основы современного WEB-дизайна / А. Хрусталеv, А. Кириченко. – М. : СПб. : БХВ, 2018. – 352 с.
2. Дакетт, Дж. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов / Дж. Даккет. – М., СПб. : БХВ, 2017. – 480 с.
3. Иванов, И. И. Руководство по созданию веб-сайтов: HTML, CSS и JavaScript / И. И. Иванов, П. П. Петров. – М., СПб. : БХВ, 2023. – 532 с.

Д. В. Зайко

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. А. Зайкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВРЕДНОСНЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Машинное обучение – это наука о разработке алгоритмов и статистических моделей, которые компьютерные системы используют для выполнения задач без явных инструкций, полагаясь вместо этого на шаблоны и логические выводы. Компьютерные системы используют алгоритмы машинного обучения для обработки больших объемов статистических данных и выявления шаблонов данных. Таким образом, системы могут более точно прогнозировать результаты на основе заданного набора входных данных [1].

Центральной идеей машинного обучения является существующая математическая связь между любой комбинацией входных и выходных данных. Модель машинного обучения не имеет сведений об этой взаимосвязи заранее, но может сгенерировать их, если будет предоставлено достаточное количество наборов данных. Это означает, что каждый алгоритм машинного обучения строится вокруг модифицируемой математической функции. В зависимости от характера обучения, эти модели можно разделить на четыре типа:

машинное обучение с учителем, машинное обучение без учителя, машинное обучение с частичным привлечением учителя, машинное обучение с подкреплением [1].

Задача идентификации вредоносных интернет-ресурсов методами машинного обучения сводится к классификации интернет-ресурса как вредоносного или безопасного. Для выполнения задач классификации существует множество моделей, среди которых: классификатор на основе ансамбля случайных деревьев, классификатор на основе адаптивного бустинга, классификатор на основе метода сверх случайных деревьев, классификатор на основе градиентного бустинга, классификатор на основе метода k-ближайших соседей, классификатор на основе стохастического градиентного спуска, классификатор на основе гребневой регрессии, классификатор на основе гауссовского наивного Байеса, классификатор на основе линейных опорных векторов.

Одним из методов классификации интернет-ресурсов является классификация на основе унифицированного указателя ресурса (URL-адрес). Суть данного метода заключается в том, чтобы извлечь из URL-адреса некоторый набор эвристик, и на их основе обучить модель находить закономерности в строении легитимных и вредоносных URL-адресов. Такими эвристиками могут быть, например, длина URL-адреса, использование безопасного протокола передачи данных (https), наличие IP адреса в доменном имени, наличие в URL-адресе специальных символов, символов юникода, цифр, наличие признаков использования специальных сервисов для сокращения URL-адреса и так далее. Каждая извлекаемая эвристика может подчеркивать тот или иной признак URL-адреса, характерный для вредоносного интернет-ресурса. Например, злоумышленники, опираясь на невнимательность пользователей, подделывают URL-адрес легитимного интернет-ресурса, добавляя несколько лишних букв или цифр в доменном имени, тем самым делая поддельный URL-адрес как можно более схожим с его легитимным предшественником. Кроме того, вредоносные URL-адреса могут содержать цепочки перенаправлений. Поэтому, URL-адреса вредоносных интернет-ресурсов, как правило, длиннее URL-адресов, принадлежащих легитимным источникам. Если говорить о наличии IP-адреса в доменном имени интернет-ресурса, то владельцы легитимных источников, в стремлении укрепить запоминаемость бренда, резервируют доменные имена, так как слова лучше оседают в памяти людей, чем последовательность цифр и точек, тогда как злоумышленники, не желая тратить денежные средства на покупку доменного имени, могут пренебречь данным пунктом. Стоит отметить, что в современных реалиях степень осведомленности и осторожности пользователей интернета гораздо выше, чем на заре появления интернета, когда обмануть пользователя было гораздо проще, потому что злоумышленники довольно тщательно подходят к вопросам подделки легитимных интернет-ресурсов и, следовательно, IP-адрес в доменном имени встречается не так часто. Тем не менее, данная эвристика может служить важным сигнализатором о потенциальном вредоносном характере интернет-ресурса. Использование безопасного протокола передачи данных так же является важным признаком легитимности интернет-ресурса. Наличие https повышает доверие со стороны пользователей и продвигает интернет-ресурс выше в поисковых системах. Злоумышленники, желая сэкономить на получении SSL/TLS сертификата, могут пренебречь данным пунктом. Такие эвристики, как наличие в URL-адресе специальных символов, символов юникода, цифр, наличие признаков использования специальных сервисов для сокращения URL-адреса, могут служить признаком обфускации URL-адреса – практики сокрытия истинной природы или местоположения URL-адреса для обхода мер безопасности и систем фильтрации контента.

Стоит отметить, что понятие «вредоносный» довольно абстрактное и обобщенное. На практике, как правило, данный класс разделяется на более конкретизированные подклассы: «фишинговый», «распространяющий вредоносное ПО», «ботнет» и так далее.

Данный подход позволяет лучше учесть специфику строения URL-адреса конкретных подтипов вредоносного интернет-ресурса.

Эффективность методов машинного обучения в задачах идентификации вредоносных интернет-ресурсов напрямую зависит от актуальности данных, используемых в процессе обучения и тестирования моделей, а также от своевременного подкрепления актуальными данными уже интегрированных в информационные системы моделей. Актуальные данные дают уверенность в том, что модель учитывает современные тенденции строения вредоносных URL-адресов. Это особенно важно в условиях быстрого развития технологического прогресса, когда вместе со стремительным развитием технологий, так же стремительно совершенствуются и методы, используемые злоумышленниками.

Как показывает практика ведущих мировых компаний, специализирующихся на обеспечении компьютерной безопасности, методы машинного обучения – мощный инструмент в борьбе с киберпреступностью. Однако стоит понимать, что самое уязвимое звено в любой информационной системе – это человек. Потому важно быть осведомленным о мерах обеспечения информационной безопасности, а также быть особенно осторожным взаимодействуя с ресурсами в сети интернет.

Литература

1. Что такое машинное обучение? – Описание корпоративного руководства по машинному обучению – AWS [Электронный ресурс] // Сервисы облачных вычислений – Amazon Web Services (AWS). – Режим доступа: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/machine-learning/>. – Дата доступа: 19.02.2025.

А. Р. Здольников

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОСМОТРА ОНЛАЙН МАТЧЕЙ И ОБЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ О ФУТБОЛЬНЫХ КЛУБАХ

Современный мир характеризуется быстрым развитием технологий и их повсеместным внедрением в различные сферы жизни. Одной из наиболее динамично развивающихся областей является транспорт, где информационные технологии играют ключевую роль в улучшении качества услуг и повышении удобства пользователей.

Целью данного курсового проекта является разработка приложения для просмотра онлайн матчей и предоставления общей информации о футбольных клубах. Такое приложение позволит болельщикам легко и удобно получать доступ к трансляциям матчей, архиву прошлых игр, а также к подробной информации о клубах и игроках.

Описание работы приложения для просмотра онлайн матчей и общей информации о футбольных клубах (рисунок 1):

1. Регистрация пользователя.

Система регистрации пользователей, для дальнейшей работы с приложением.

2. Меню с выбором для пользователя.

Пользователь может просматривать текущую статистику, результаты матчей, турнирные таблицы и новости, смотреть прямые трансляции матчей.

Для реализации проекта были использованы следующие инструменты:

1. Visual Studio Code (VS Code) – это редактор кода, разработанный компанией Microsoft. Это мощный инструмент, который поддерживает множество языков программирования и имеет множество расширений для улучшения функциональности.

Он идеально подходит как для начинающих, так и для опытных разработчиков. В VS Code есть поддержка отладки, встроенный терминал, интеллектуальная подсветка синтаксиса и автодополнение кода.

2. Flutter это современный фреймворк для разработки кроссплатформенных приложений, созданный компанией Google. Flutter позволяет создавать высокопроизводительные приложения для мобильных устройств (iOS и Android), а также для веба и настольных платформ с использованием единой кодовой базы. Основное преимущество Flutter заключается в его способности обеспечить быстрый и плавный пользовательский интерфейс благодаря использованию собственного рендеринга графики и кода на языке Dart.

3. Язык программирования Go, также известный как Golang, был разработан корпорацией Google и впервые выпущен в 2009 году. Go был создан для решения задач системного программирования, предлагая разработчикам простой и эффективный инструмент для создания высокопроизводительных и масштабируемых приложений. Его дизайн и особенности делают его идеальным выбором для разработчиков, стремящихся к созданию надежных программных систем.

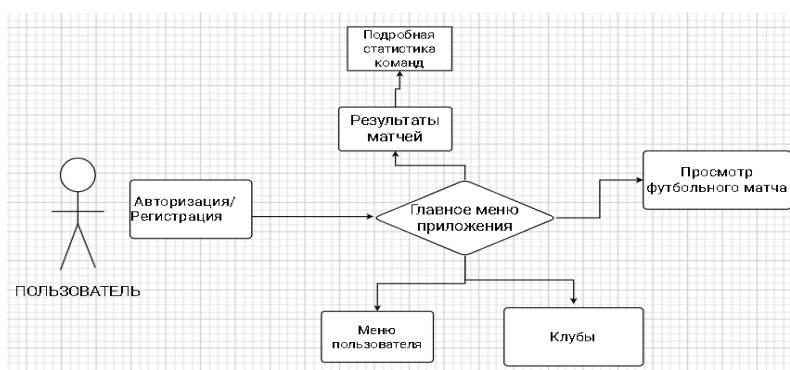


Рисунок 1 – Схема работы приложения

Система регистрации пользователей, для дальнейшей работы с приложением. Меню с выбором для пользователя. Пользователь может просматривать текущую статистику, результаты матчей, турнирные таблицы и новости, смотреть прямые трансляции матчей (рисунок 2).



Рисунок 2 – Главный экран приложения

В ходе выполнения проекта была создана комплексная система, включающая клиентскую и серверную части, для предоставления возможности просмотра онлайн матчей и получения информации о футбольных клубах. Проект был реализован с использованием современных технологий и инструментов, что позволило создать функциональное и производительное приложение. Результатом выполнения проекта является разработанное приложение – онлайн-просмотр матчей и общей информации о футбольных клубах.

В. В. Казека

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

WEB-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОРЗИНЫ ТОВАРОВ МАГАЗИНА МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Серверная часть интернет-магазинов играет ключевую роль в обеспечении функциональности и безопасности приложения. Она отвечает за обработку запросов от клиента, управление данными и взаимодействие с базой данных. Серверная архитектура должна быть надежной, масштабируемой и обеспечивать высокую производительность.

Основными компонентами серверной части являются:

1. Обработка HTTP-запросов. Сервер принимает и обрабатывает запросы от клиента, такие как добавление товаров в корзину, оформление заказа и получение информации о товарах. Используются RESTful API для организации взаимодействия между клиентом и сервером.

2. Управление данными. Сервер взаимодействует с базой данных для хранения и получения информации о товарах, пользователях и заказах. Реализованы CRUD-операции (создание, чтение, обновление, удаление) для управления данными.

3. Безопасность. Используются механизмы аутентификации и авторизации пользователей для защиты данных. Все данные передаются по защищенному протоколу HTTPS для предотвращения перехвата информации.

Приложение реализовано на языке Python с использованием фреймворка Django. Используется реляционная база данных MySQL для хранения информации о товарах и заказах. Разработана схема базы данных, включающая таблицы для пользователей, товаров, заказов и корзин.

Для упрощения работы с базой данных используется ORM SQLAlchemy, что позволяет работать с данными в виде объектов.

Основные функциональные возможности серверной части:

1. Управление товарами. Администраторы могут добавлять, редактировать и удалять товары через административную панель. Сервер обрабатывает запросы на получение списка товаров, их деталей и фильтрацию по различным критериям.

2. Обработка заказов. Сервер принимает заказы от клиентов и сохраняет информацию о них в базе данных. Реализована система уведомлений для пользователей о статусе их заказов (например, подтверждение, отправка и доставка).

Серверная часть интернет-магазинов является основой функциональности приложения, обеспечивая надежную обработку запросов, управление данными и безопасность. Используемые технологии и архитектура позволяют создавать масштабируемое и эффективное решение, способствующее улучшению пользовательского опыта и увеличению уровня продаж. Правильная реализация серверной части обеспечивает стабильную работу приложения и высокую удовлетворенность клиентов.

А. С. Каленик
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А. И. Кучеров**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТЗЫВАМИ В МЕДИАИНДУСТРИИ

Современная медиаиндустрия активно развивается, требуя инструментов для управления пользовательским контентом, таких как отзывы, комментарии и рейтинги. Веб-приложения становятся ключевым звеном в обеспечении взаимодействия между пользователями и медиаплатформами. В этой статье рассматривается процесс разработки прототипа веб-приложения для индексации контента медиаиндустрии с акцентом на функциональные возможности и их интеграцию.

Проект реализован с использованием следующих технологий и подходов:

ASP.NET Core – фреймворк для серверной части, обеспечивающий создание REST API для обработки запросов и управления логикой приложения [1].

Angular – технология для клиентской части, позволяющая динамически отображать отзывы и обеспечивать удобный интерфейс.

PostgreSQL – реляционная база данных для хранения данных об отзывах, пользователях и категориях, обеспечивающая высокую надежность и производительность.

Firebase Cloud Storage – облачное хранилище для изображений, интегрированное через NuGet-пакеты, что позволяет привязывать изображения к отзывам [2].

SignalR – технология для реализации взаимодействия в реальном времени через CommentHub, обеспечивающая мгновенное обновление комментариев.

Algolia Search – облачный сервис для полнотекстового поиска и сортировки отзывов по тегам, дате и рейтингу.

CQRS – подход, разделяющий операции чтения и записи для оптимизации производительности.

ASP.NET Core Identity – фреймворк для аутентификации через куки и управления ролями (гость, пользователь, админ).

Onion Architecture – архитектурный стиль, выносящий бизнес-логику в отдельные слои для независимости от внешних систем.

Процесс разработки включал настройку серверной и клиентской частей, интеграцию с внешними сервисами и реализацию ключевых функций. Гости могут просматривать отзывы, пользователи – создавать, редактировать и оценивать их, а администраторы – модерировать контент и управлять пользователями. SignalR обеспечивает мгновенное отображение комментариев, а Algolia ускоряет поиск по контенту. Firebase позволяет загружать изображения, сохраняя ссылки в PostgreSQL, что упрощает управление медиаданными.

Разработанный прототип демонстрирует гибкость и масштабируемость благодаря чистой архитектуре и интеграции современных технологий. Приложение эффективно управляет отзывами, предоставляя пользователям удобный доступ к контенту, а администраторам – инструменты модерации. Используемый стек технологий обеспечивает высокую производительность и открывает возможности для дальнейшего расширения, например, добавления аналитики или мобильной версии.

Литература

1. Документация по ASP.NET [Электронный ресурс] / learn.microsoft. – Режим доступа: learn.microsoft.com. – Дата доступа: 29.03.2025.

2. Using Google Cloud Storage in ASP.NET Core [Электронный ресурс] / medium.com. – Режим доступа: <https://medium.com/net-core/using-google-cloud-storage-in-asp-net-core-74f9c5ee55f5>. – Дата доступа: 30.03.2025.

А. С. Каленик

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. И. Кучеров**, ст. преподаватель

ТЕХНОЛОГИИ ЧИСТОЙ АРХИТЕКТУРЫ В РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНДЕКСАЦИИ КОНТЕНТА МЕДИАИНДУСТРИИ

Начнем с краткого введения в чистую архитектуру. Чистая архитектура (Onion Architecture) – это методология разработки, которая структурирует приложение как набор концентрических слоев, где ядро содержит бизнес-логику, а внешние слои – инфраструктуру и интерфейсы. Основной принцип – независимость логики от технологий и внешних систем, что обеспечивает гибкость и легкость тестирования.

В основной части тезиса мы рассмотрим технологии, использованные для реализации веб-приложения для индексации контента медиаиндустрии, а именно: ASP.NET Core, Angular, PostgreSQL, Firebase Cloud Storage, SignalR и Algolia Search.

ASP.NET Core – это фреймворк для создания серверной части приложения. В проекте он используется для реализации REST API, обеспечивающего взаимодействие между клиентом и сервером. Логика вынесена в Application слой, что соответствует принципам Onion-архитектуры [1-4].

Angular – технология для разработки клиентской части. Она обеспечивает динамическое отображение отзывов, комментариев и рейтингов, взаимодействуя с сервером через API [5].

PostgreSQL – реляционная база данных, используемая для хранения данных об отзывах, пользователях и категориях. Модели данных, такие как Review, Art и User, связаны через идентификаторы Guid, что обеспечивает надежность и масштабируемость.

Firebase Cloud Storage – облачное хранилище для изображений, интегрированное через NuGet-пакеты Google.Cloud.Storage.V1. Оно позволяет загружать и привязывать изображения к отзывам (модель Image), сохраняя ссылки в базе данных.

SignalR – технология для реализации взаимодействия в реальном времени. Через CommentHub пользователи могут оставлять комментарии, которые мгновенно отображаются у всех подключенных клиентов.

Algolia Search – облачный сервис для полнотекстового поиска и поиска по тегам. Он индексирует отзывы (Review) и обеспечивает быструю сортировку по дате и рейтингу, улучшая пользовательский опыт [6].

Дополнительно в проекте применен подход CQRS, разделяющий операции чтения и записи для повышения производительности. Аутентификация реализована через ASP.NET Core Identity с использованием куки, что позволяет управлять ролями (гость, пользователь, админ).

Итогом работы стала разработка прототипа веб-приложения на языке C#, основанного на чистой архитектуре Onion. Эта структура обеспечивает независимость бизнес-логики от базы данных и внешних сервисов, таких как Firebase и Algolia. PostgreSQL гарантирует надежное хранение данных, SignalR добавляет реактивность, а Angular делает интерфейс интуитивным. В результате получено гибкое и масштабируемое решение, которое позволяет легко добавлять новые функции, например, аналитику или поддержку мобильных устройств, не нарушая целостности системы. Это подтверждает эффективность чистой архитектуры в разработке современных веб-приложений для медиаиндустрии и открывает возможности для дальнейших исследований в области оптимизации и интеграции.

Литература

1. Введение в C# [Электронный ресурс] / metanit. – Режим доступа: metanit.com. – Дата доступа: 29.03.2025.
2. Основные принципы ООП [Электронный ресурс] / training.by. – Режим доступа: training.by. – Дата доступа: 29.03.2025.
3. Введение в Entity Framework Core [Электронный ресурс] / learn.microsoft. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/>. – Дата доступа: 29.03.2025.
4. Документация по ASP.NET [Электронный ресурс] / learn.microsoft. – Режим доступа: learn.microsoft.com. – Дата доступа: 29.03.2025.
5. Dependency Injection. Принцип. Паттерн. Контейнер [Электронный ресурс] / calabonga.net. – Режим доступа: <https://www.calabonga.net/blog/post/dependency-injection-principle-pattern-container>. – Дата доступа: 29.03.2025.
6. Using Google Cloud Storage in ASP.NET Core [Электронный ресурс] / medium.com. – Режим доступа: <https://medium.com/net-core/using-google-cloud-storage-in-asp-net-core-74f9c5ee55f5>. – Дата доступа: 30.03.2025.

В. А. Калиниченко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

TELEGRAM-БОТ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ О ПЕРЕБОЯХ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

В докладе рассказывается о разработке программного обеспечения, способного оперативно доносить важную информацию о переboях в электроснабжении до конечных потребителей.

Созданный Telegram-бот демонстрирует высокую эффективность и надёжность в передаче экстренной информации, что становится особенно актуально в условиях постоянных изменений в инфраструктуре энергоснабжения. Решение реализовано на языке программирования Python с использованием библиотеки pyTelegramBotAPI (telebot) и Telegram Bot API, что обеспечивает стабильную работу и простоту интеграции с другими системами. В качестве формата хранения и обмена данными выбран JSON, позволяющий быстро обрабатывать и передавать информацию между сервером и клиентскими приложениями.

Одним из ключевых аспектов разработки является продуманная система регистрации пользователей, которая позволяет разделить аудиторию на две основные категории. Первой группой являются граждане, которым при регистрации необходимо указать район и микрорайон проживания. Это даёт возможность системе автоматически определять затронутые области и рассылать целевые уведомления о плановых или аварийных отключениях. Второй группой являются сотрудники, обладающие административными правами. Они получают доступ к специализированной административной панели, в рамках которой реализованы функции управления пользователями, корректировки базы данных и массовой рассылки оповещений. Такой подход не только упрощает процесс информирования, но и значительно повышает точность и своевременность передачи информации.

Техническая архитектура проекта основывается на принципах масштабируемости и кроссплатформенности. Система разработана таким образом, что её можно легко развернуть на различных операционных системах и адаптировать под изменяющиеся требования пользователей. Применение проверенных библиотек и стандартов безопас-

ности гарантирует защиту персональных данных и предотвращает несанкционированный доступ. Благодаря интуитивно понятному интерфейсу, как граждане, так и сотрудники энергокомпаний могут без труда освоить работу с ботом, что существенно снижает время обучения и повышает оперативность реагирования на возникшие проблемы.

Особое внимание в проекте уделено автоматизации процесса рассылки уведомлений. Использование Telegram как основной платформы для оповещений позволяет напрямую связываться с конечными пользователями через их смартфоны и другие мобильные устройства, исключая необходимость установки дополнительных приложений. Это обеспечивает максимальное охват и доступность сервиса, что особенно важно в условиях экстренных ситуаций. Уведомления формируются автоматически, что минимизирует задержки и способствует быстрому информированию граждан о перебоях в электроснабжении. Такая оперативность позволяет населению своевременно принимать меры для защиты своего имущества и обеспечения безопасности жизненно важных объектов инфраструктуры.

Практическая значимость разработанного программного обеспечения проявляется в повышении уровня информированности населения и оптимизации работы поставщиков электроэнергии. Своевременные уведомления помогают гражданам заранее подготовиться к отключениям, что снижает негативное воздействие на быт и работу критически важных служб, таких как больницы, школы, общественные учреждения и транспортные системы. В свою очередь, поставщики электроэнергии получают инструмент, позволяющий эффективно управлять нагрузкой на сеть и сокращать число обращений в контакт-центры. Аналитические возможности административной панели позволяют отслеживать статистику перебоев, оценивать эффективность предпринятых мер и вносить оперативные корректировки в систему управления энергоснабжением.

Разработчики уделили большое внимание тестированию и оптимизации системы. Проведён комплекс испытаний, включающий оценку скорости доставки сообщений, устойчивости хранения данных и защиты от внешних воздействий, что позволило выявить и устранить возможные уязвимости. Результатом стало создание надёжного и быстродействующего инструмента, способного работать в условиях повышенной нагрузки и быстро масштабироваться в зависимости от количества пользователей. Важным этапом разработки стало создание подробной документации и обучающих материалов, которые облегчают внедрение и дальнейшее использование системы как для конечных пользователей, так и для административного персонала.

В перспективе планируется дальнейшее развитие проекта, включая интеграцию с другими информационными системами и расширение функционала. Возможна синхронизация с системами мониторинга потребления электроэнергии, что позволит не только оперативно информировать граждан о плановых и внеплановых отключениях, но и предоставлять подробную аналитику по состоянию энергосистемы в режиме реального времени. Дополнительные модули могут включать персонализированные уведомления, основанные на исторических данных и особенностях конкретного района, что поможет более точно планировать ремонтные работы и снижать время восстановления подачи электроэнергии.

Кроме того, разработчики рассматривают возможность внедрения технологий искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения для анализа поступающих данных. Такой подход позволит прогнозировать потенциальные аварийные ситуации и предупреждать пользователей заблаговременно, обеспечивая возможность принятия необходимых мер для минимизации последствий перебоев. Использование предиктивной аналитики и автоматизированных систем мониторинга может стать важным шагом на пути создания умных городов, где высокая степень надежности и оперативного реагирования обеспечивается за счёт современных IT-решений.

Социальная значимость проекта не ограничивается только техническими аспектами. В условиях постоянного роста потребностей городского населения и увеличения нагрузки на энергосистему, своевременное информирование о перебоях становится критически важным элементом обеспечения общественной безопасности. Автоматизация оповещений позволяет не только снижать уровень стресса у граждан, но и повышать общую устойчивость инфраструктуры, способствуя бесперебойной работе жизненно важных объектов.

Таким образом, разработка Telegram-бота для оперативного информирования о перебоях в электроснабжении демонстрирует успешное применение современных технологий для решения актуальных проблем коммунального хозяйства. Инновационный подход, основанный на использовании проверенных IT-решений и интеграции с популярными мессенджерами, позволяет создавать эффективные системы оповещения, способные оперативно реагировать на изменения в инфраструктуре. Этот проект не только улучшает коммуникацию между поставщиками электроэнергии и конечными пользователями, но и способствует повышению общей устойчивости энергосистемы, что особенно важно в условиях динамично развивающейся городской среды. Разработанное программное обеспечение является значимым вкладом в обеспечение безопасности и комфорта населения, а также может стать основой для создания аналогичных решений в других регионах и сферах жизнедеятельности.

А. А. Карлюк

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. тех. наук, доцент

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ

Шифрование играет ключевую роль в обеспечении конфиденциальности, целостности и доступности данных в условиях стремительного роста информационных технологий и усиления киберугроз. В современном мире информация стала одним из самых ценных активов, а ее защита – критически важной задачей как для частных лиц, так и для корпораций и государственных структур. С развитием квантовых вычислений и методов криптоанализа традиционные алгоритмы шифрования сталкиваются с новыми вызовами, что делает актуальным их постоянное исследование и совершенствование.

Целью данной работы является анализ теоретических уязвимостей классических алгоритмов шифрования, таких как RSA и AES, а также исследование возможных атак на эти алгоритмы в условиях доступа злоумышленника к устройствам шифрования. Особое внимание уделяется методам, позволяющим нарушить криптостойкость систем даже при частичном доступе к данным или побочным каналам утечки информации [1].

В ходе исследования основное внимание было уделено атакам на алгоритм RSA, основанным на его теоретических слабостях. Среди них можно выделить такие атаки как:

1. Факторизация модуля ($n = p \cdot q$) – если злоумышленник сможет разложить модуль на простые множители, он сможет вычислить приватный ключ. Современные методы факторизации, такие как алгоритм Шора для квантовых компьютеров, делают эту атаку особенно опасной.

2. Атака с использованием малых показателей (Low Exponent Attack) – использование небольшого публичного показателя (например, $e = 3$) может упростить дешифровку, особенно если одно и то же сообщение отправляется нескольким получателям.

3. Атака по малому модулю (Small Modulus Attack) – если размер модуля недостаточно велик (менее 2048 бит в современных реализациях), это позволяет провести его факторизацию за приемлемое время.

4. Проблемы с генерацией ключей – близость простых чисел p и q , слабая энтропия при генерации случайных чисел или повторное использование ключей значительно снижают стойкость RSA.

В качестве примера эксплуатации уязвимости RSA можно рассмотреть такую ситуацию: модуль n имеет малую длину (например, 512 бит). Используя инструменты для факторизации, такие как FactorDB или YAFU, злоумышленник может разложить n на множители за несколько часов. После этого вычисление закрытого ключа d становится тривиальной задачей. Например, для модуля:

$$n = 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234$$

факторизация может быть выполнена с помощью открытых библиотек, что приведет к компрометации всей системы [2].

Хотя AES (Advanced Encryption Standard) считается одним из самых надежных симметричных алгоритмов шифрования, он также имеет ряд теоретических уязвимостей, которые могут быть использованы в определенных условиях:

1. Дифференциальный криптоанализ (Differential Cryptanalysis) – метод, исследующий, как различия во входных данных влияют на различия в выходных, что позволяет восстановить ключ при наличии достаточного количества пар открытого и зашифрованного текста.

2. Бумеранг-атака (Boomerang Attack) – усовершенствованная версия дифференциального криптоанализа, при которой шифр разделяется на две части, что позволяет комбинировать слабые места разных раундов шифрования.

3. Атаки по сторонним каналам (Side-Channel Attacks) – в реальных реализациях AES уязвимым местом может быть не сам алгоритм, а его аппаратная или программная реализация. Например, атаки по времени выполнения, энергопотреблению или электромагнитному излучению могут раскрыть ключ.

4. Атака связанных ключей (Related-Key Attack) – если злоумышленник может заставить систему использовать несколько ключей с известной взаимосвязью, это может привести к компрометации шифрования.

Пример атаки на AES в режиме ECB: Режим ECB (Electronic Codebook) не обеспечивает достаточной защиты, так как одинаковые блоки открытого текста приводят к одинаковым блокам шифротекста [3]. Это позволяет злоумышленнику анализировать структуру данных. Например, если зашифрованное изображение содержит повторяющиеся блоки (например, однородный фон), эти блоки будут видны в шифротексте.

В рамках работы были разработаны программные модули, демонстрирующие эксплуатацию уязвимостей RSA. Среди реализованных примеров:

1. Генерация слабых ключей (малая длина, близкие p и q).
2. Моделирование атак на системы с плохой генерацией случайных чисел.
3. Исследование влияния малых делителей у $\phi(n)$ на криптостойкость.

Полученные результаты могут быть использованы в учебном процессе для подготовки специалистов по информационной безопасности, а также в рамках CTF-соревнований (Capture The Flag), где понимание уязвимостей и методов их эксплуатации является ключевым навыком.

Исследование показало, что даже надежные криптографические алгоритмы могут быть уязвимы при неправильной реализации или использовании устаревших параметров. Понимание этих слабостей позволяет разрабатывать более защищенные системы и эффективно противостоять современным киберугрозам. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение квантовой криптографии и методов защиты от атак по сторонним каналам.

Таким образом, систематический анализ алгоритмов шифрования и их уязвимостей является важным инструментом для обеспечения безопасности данных в современном цифровом мире.

Литература

1. Криптографические методы защиты информации [Электронный ресурс] / poznya.org: официальный сайт poznya.org. – Режим доступа: <https://poznya.org/s14289t1.html>. – Дата доступа: 06.12.2024.
2. Cryptography. Intro to Cybersecurity. [Электронный ресурс] / pwn.college: Learn to hack! – Режим доступа: <https://pwn.college/intro-to-cybersecurity/cryptography/>. – Дата доступа: 09.12.2024.
3. AES (стандарт шифрования) [Электронный ресурс] / Википедия: свободная энциклопедия. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/AES_\(стандарт_шифрования\)#Шифрование](https://ru.wikipedia.org/wiki/AES_(стандарт_шифрования)#Шифрование). – Дата доступа: 08.12.2024.

В. Ю. Кашлей, А. Ю. Богачёва

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ВНИМАНИЯ И ЭМОЦИЙ АУДИТОРИИ

Технологии компьютерного зрения являются одной из наиболее динамично развивающихся областей современной информатики. Благодаря использованию передовых методов машинного обучения и искусственного интеллекта, компьютерное зрение позволяет системам анализировать визуальные данные, такие как изображения и видеопотоки, с высокой степенью точности. Это открывает новые перспективы для решения задач, ранее доступных только человеческому интеллекту. На сегодняшний день компьютерное зрение активно применяется в медицине, образовании, безопасности, промышленности, маркетинге и других сферах.

Одной из ключевых задач, решаемых с помощью технологий компьютерного зрения, является анализ внимания и эмоций аудитории. Данная задача имеет особое значение в контексте образовательных программ, маркетинговых исследований и разработки пользовательских интерфейсов. Например, в образовательной среде анализ внимания учащихся позволяет преподавателям оценивать уровень вовлеченности студентов в образовательный процесс, своевременно выявлять снижение концентрации и адаптировать материалы под индивидуальные потребности. В маркетинге технологии компьютерного зрения используются для оценки эмоциональных реакций аудитории на рекламные кампании, что дает возможность улучшать коммуникационные стратегии и повышать их эффективность.

Для создания решения, способного определять уровень внимания и эмоциональное состояние аудитории, были выбраны современные методы компьютерного зрения. Среди них выделяются Haar Cascade Classifier, библиотека MediaPipe и DeepFace.

Метод Haar Cascade Classifier основан на использовании каскадов Хаара, которые представляют собой набор шаблонов, анализирующих контрастные области изображения. Этот алгоритм был впервые предложен Полом Виолой и Майклом Джонсом и с тех пор стал стандартом в области детекции объектов [1]. Преимущество метода заключается в его высокой скорости работы и возможности эффективного обнаружения объектов, та-

ких как лица, в реальном времени. Haar Cascade Classifier выделяет области изображения, соответствующие лицам, на основе их характерных визуальных признаков, что делает его незаменимым инструментом для предварительной обработки данных.

Библиотека MediaPipe, разработанная Google, предоставляет мощные инструменты для анализа антропометрических данных лица [2]. Она использует предварительно обученные модели машинного обучения для определения ключевых точек лица, таких как положение глаз, носа, рта и ушей. Кроме того, MediaPipe способна оценивать угол поворота головы, что позволяет учитывать пространственное положение лица при анализе. Эти возможности особенно полезны для задач, связанных с отслеживанием внимания аудитории, так как позволяют определить, куда направлен взгляд человека и насколько он сосредоточен на объекте.

Библиотека DeepFace используется для анализа эмоционального состояния человека на основе выражений его лица [3]. Она поддерживает распознавание таких эмоций, как радость, грусть, удивление, злость, страх и другие. Высокая точность работы DeepFace достигается благодаря использованию глубоких нейронных сетей, обученных на большом количестве изображений. Данный инструмент позволяет не только фиксировать эмоциональные реакции, но и анализировать их динамику в реальном времени, что делает его особенно ценным для исследования поведения аудитории.

На основе перечисленных технологий был разработан прототип программного решения, способного анализировать внимание и эмоции аудитории в режиме реального времени. Это решение может найти применение в различных сферах, таких как:

- образование: анализ внимания студентов на лекциях или онлайн-курсах для повышения эффективности обучения;
- маркетинг: оценка эмоциональных реакций на рекламные материалы или продуктовые демонстрации;
- психология: изучение эмоциональных состояний и их влияния на поведение человека;
- безопасность: мониторинг поведения людей в общественных местах для предотвращения потенциально опасных ситуаций.

В ходе разработки были отмечены высокие показатели точности определения эмоций и внимания, что подтверждает эффективность выбранных методов. Тем не менее, дальнейшие исследования направлены на улучшение алгоритмов, повышение их устойчивости к изменению внешних условий (например, освещенности или положения камеры), а также на расширение функциональности системы.

Перспективы развития технологий компьютерного зрения включают интеграцию с другими областями искусственного интеллекта, такими как обработка естественного языка и генеративные модели. Это позволит создавать более сложные и интеллектуальные системы анализа, способные не только интерпретировать визуальные данные, но и комбинировать их с текстовой или аудиоинформацией. Кроме того, важное направление развития связано с обеспечением конфиденциальности данных.

Таким образом, технологии компьютерного зрения становятся неотъемлемой частью современного мира, предоставляя возможности для автоматизации процессов, повышения точности анализа данных и создания инновационных решений. Их применение в анализе внимания и эмоций аудитории открывает новые горизонты для исследований в психологии, маркетинге и образовании, а также способствует улучшению взаимодействия человека с технологиями.

Литература

1. Анализ методов обнаружения лиц на изображении [Электронный ресурс] / moluch.ru. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/84/15524/>. – Дата доступа : 20.03.2024.
2. MEDIAPIPE – AI Computer vision [Электронный ресурс] / habr.com. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/articles/596043/>. – Дата доступа : 20.03.2024.
3. A Lightweight Face Recognition and Facial Attribute Analysis (Age, Gender, Emotion and Race) Library for Python [Электронный ресурс] / GitHub. – Режим доступа: <https://github.com/serengil/deepface/>. – Дата доступа: 20.03.2024.

А. В. Ковалёв

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОСМОТРА НОВОСТНЫХ КАНАЛОВ

В рамках данного проекта была разработана мобильное приложение для просмотра новостных каналов на платформе Android с использованием современных технологий и подходов к разработке. Приложение позволяет пользователям просматривать актуальные новости, выполнять поиск, по ключевым словам, сохранять статьи в избранное и управлять списком избранных материалов.

Для реализации проекта были выбраны следующие инструменты: язык программирования Kotlin и фреймворк Android SDK. В качестве архитектурного решения применена модель MVVM(Model-View-ViewModel), обеспечивающая четкое разделение компонентов и улучшающая тестируемость приложения. Для взаимодействия с внешним API новостей использована библиотека Retrofit, а для локального хранения данных – база данных Room.

Приложение включает несколько основных экранов: главный экран с последними новостями, экран просмотра статьи, экран избранного и экран поиска. Для навигации между экранами используется Navigation Component. Реализована навигация новостей для экономии ресурсов и повышения производительности. При прокрутке списка новостей до конца выполняется дополнительный запрос к API для загрузки следующей страницы новостей.

Для управления асинхронными задачами применяются корутины Kotlin, предоставляющие легковесные потоки для выполнения операций без блокировки основного потока. ViewBinding используется для безопасной и удобной работы с элементами пользовательского интерфейса. Библиотека Glide обеспечивает эффективную загрузку и отображение изображений в карточках новостей.

При разработке были созданы необходимые модели данных: Article представляющая новостную статью, Source описывающая источник новости и NewsResponse представляющая ответ от API. Реализован репозиторий NewsRepository, объединяющий логику работы с API и локальной базой данных. ViewModel управляет данными и состоянием пользовательского интерфейса, используя LiveData для автоматического обновления UI.

Объяснение диаграммы точек зрения (рисунок 1).

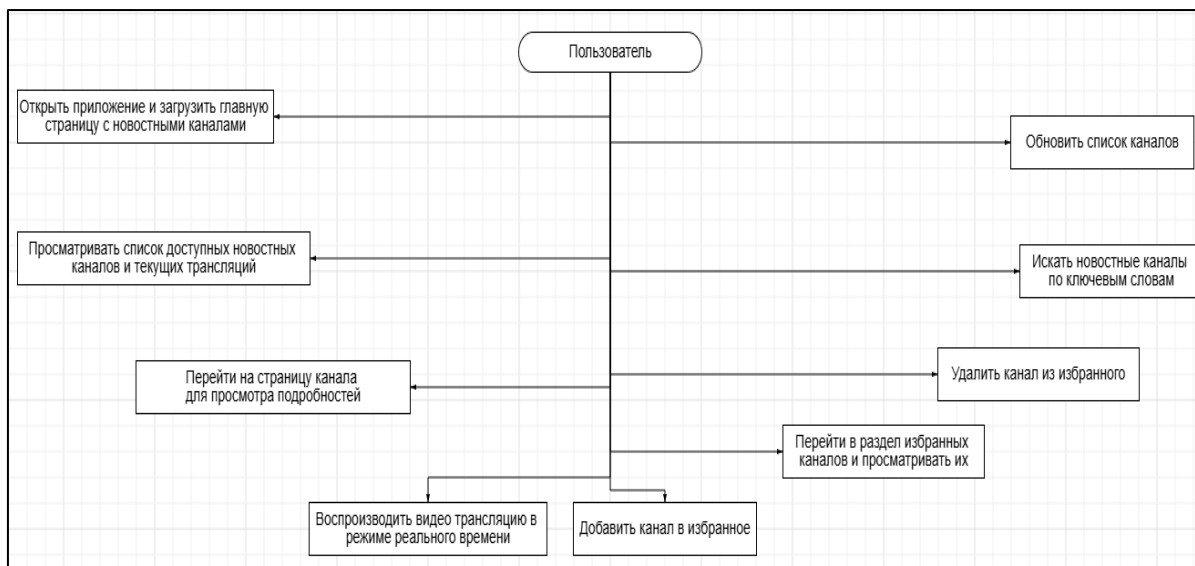


Рисунок 1 – Диаграмма точек зрения

Диаграмма демонстрирует взаимодействие основных компонентов приложения:

- User Interface - слой пользовательского интерфейса;
- ViewModel – слой бизнес-логики;
- Repository – слой доступа к данным;
- Remote Data Source – удаленный источник данных (API);
- Local Data Source – локальный источник данных (Room DB).

В приложении предусмотрена обработка ошибок и сообщений. При возникновении проблем во время выполнения сетевых запросов или других операций, пользователю отображается соответствующее сообщение с возможностью повторить операцию. Для управления состояниями загрузки и ошибок используется класс Resource, предоставляющий обертку для данных и их состояния.

Проект был полностью реализован в Android Studio и размещен в репозитории GitHub. Приложение предоставляет интуитивно понятный и удобный интерфейс для чтения новостей, поиска статей и управления избранными новостями. Эффективная обработка данных и использование современных технологий обеспечивают плавную работу приложения. Разработанное решение демонстрирует практическое применение передовых методик и инструментов для создания мобильных приложений под Android.

Объяснение схемы алгоритма работы программно-аппаратного средства (рисунок 2).

Схема показывает последовательность работы приложения:

- инициализация приложения;
- загрузка конфигурации;
- инициализация компонентов;
- запуск главного экрана;
- обработка пользовательских действий;
- взаимодействие с API и БД;
- отображение результатов.

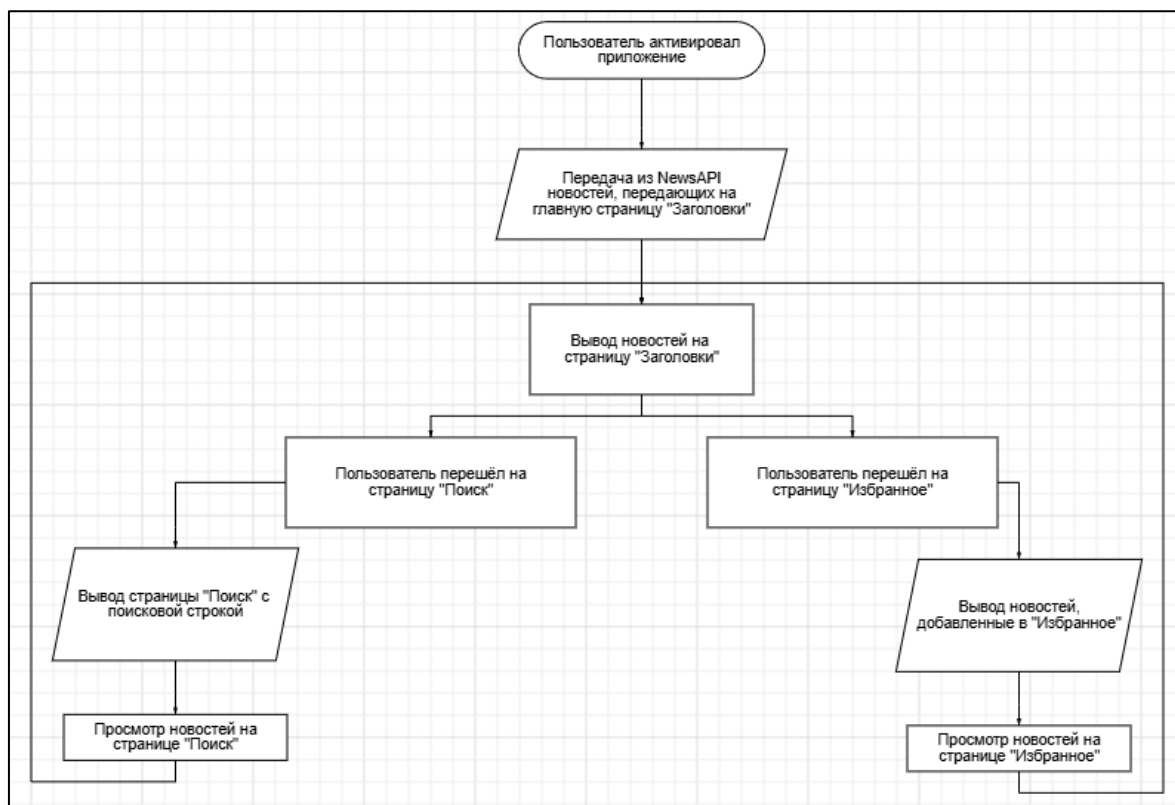


Рисунок 2 – Схема работы программно-аппаратного алгоритма

Литература

1. Жемеров, Д. Б. Kotlin в действии / Д. Б. Жемеров, С. С. Исакова, М. :ДМК-Пресс. – 2018.
2. Room Persistent Library. – Developer.Android.com [Электронный ресурс] – 2023. – Режим доступа : <https://developer.android.com/training/data-storage/room>. – Дата доступа : 29.11.2024.
3. Retrofit: A type-safe HTTP client for Android. – Square [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://square.github.io/retrofit/>. – Дата доступа : 29.11.2024.
4. Kotlin Coroutines. – Kotlinlang.org [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа : <https://kotlinlang.org/docs/coroutines-guide.html>. – Дата доступа : 30.11.2024.
5. ViewBinding Overview. – Developer.Android.com [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://developer.android.com/topic/libraries/view-binding>. – Дата доступа: 30.11.2024.

А. П. Коновалов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Д. Г. Пилипцов**, д-р техн. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВЕРНОГО АГЕНТА TELEGRAF ДЛЯ СБОРА, ОБРАБОТКИ, ПЕРЕДАЧИ МЕТРИК И ДАННЫХ

Telegraf – это серверный агент с открытым исходным кодом, предназначенный для сбора, обработки, агрегации, передачи метрик и данных из более чем 200 различных источников [1]. Написанный на Go и скомпилированный как отдельный двоичный файл

(exe файл), он может быть выполнен в любой системе (Linux, MacOS, Windows) без внешних зависимостей. Структура серверного агента Telegraf представлена на рисунке 1.

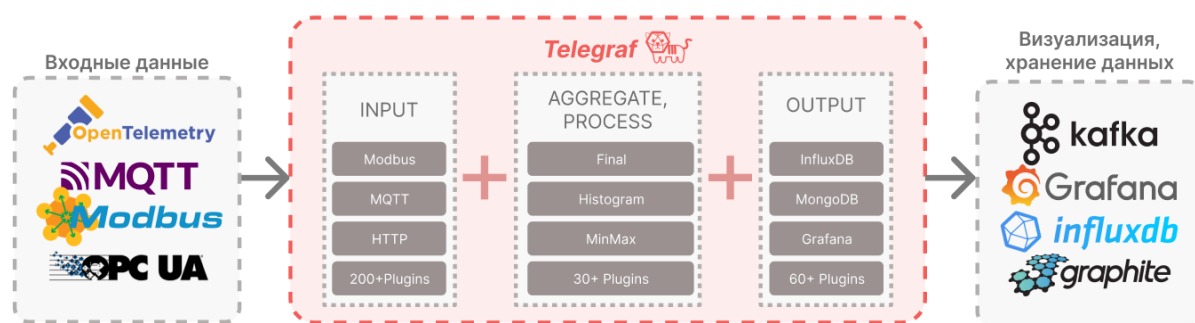


Рисунок 1 – Структура серверного агента Telegraf

Telegraf имеет модульную систему, построенную на плагинах. Каждый плагин выполняет определенную задачу. Плагины, которые поддерживает Telegraf условно можно разделить на четыре категории:

1. Input плагины – собирают метрики из протоколов связи, сервисов, баз данных и сторонних API.
2. Processor плагины – преобразуют, оформляют и фильтруют показатели перед их отправкой, очищая ваши данные по мере их поступления.
3. Aggregator плагины – создают агрегированные показатели, такие как среднее значение, минимум и максимум, на основе показателей, которые вы собрали и обработали.
4. Output плагины – записывают данные в различные хранилища данных, службы и очереди сообщений, такие как InfluxDB, Graphite, Kafka, MQTT, NSQ и другие.

В дополнение к встроенным плагинам, Telegraf позволяет запускать внешние Exec и Execd плагины, т.е. внешние программы, созданные вне Telegraf которые позволяют реализовать сбор метрик и данных с частного программного обеспечения, которое не предоставляет открытых интерфейсов или есть необходимость в обработке нестандартных форматов данных перед передачей в систему мониторинга.

Пример настройки конфигурационного файла telegraf.conf по подключению Execd плагина к Telegraf и последующий вывод метрик в InfluxDB представлен на рисунке 2.

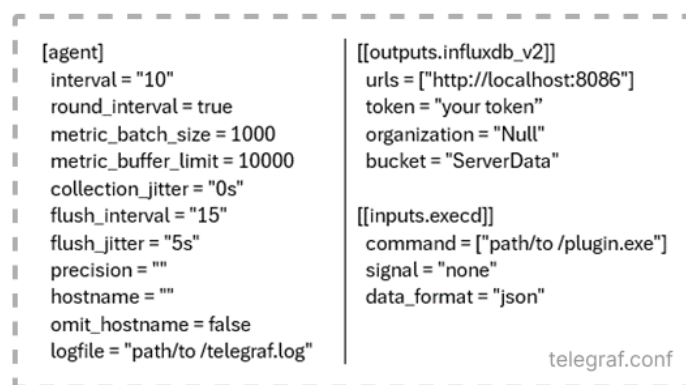


Рисунок 2 – Пример подключения Execd плагина к Telegraf и вывод метрик InfluxDB

Exec плагин позволяет пользователям выполнять произвольные команды для сбора данных и метрик на каждом интервале сбора. Execd плагин запускает внешнюю команду в качестве долговременного процесса. Этот плагин обрабатывает данные по мере их поступления или отправляет сигнал для получения данных.

Полученные с использованием Execd плагина метрики возможно статистически обрабатывать, а также визуализировать, что значительно упрощает анализ и обработку полученных метрик. Пример визуализации метрик в InfluxDB представлен на рисунке 3.

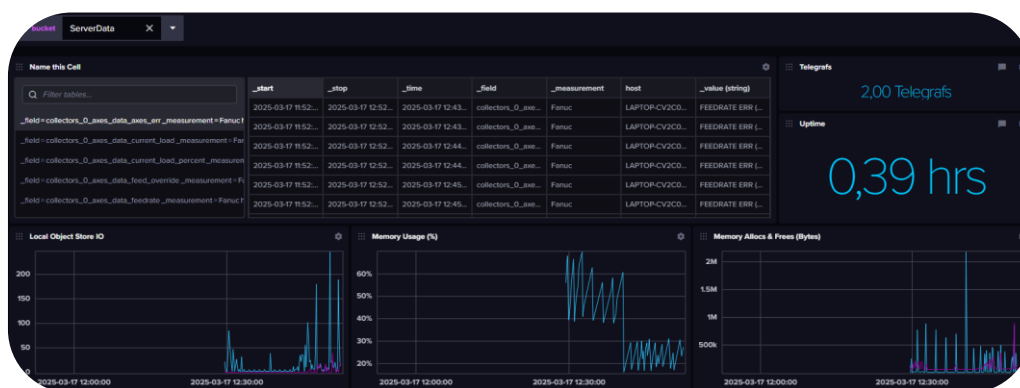


Рисунок 3 – Пример визуализации данных в InfluxDB

Каждый из плагинов требует, чтобы команда возвращала выходные данные в любых принятых форматах данных, основные из них: Binary, CSV, Form URL Encoded, Graphite, Grok, InfluxDB Line Protocol, JSON, JSON v2, OpenMetrics, Parquet, Prometheus.

Преимущества Exес и Execd плагинов и в целом Telegraf, как серверного агента, в возможности интегрировать системы работающие на различных протоколах связи в единую систему по сбору и обработке данных. Так, к примеру, можно реализовать получение данных от установки, работающей на открытом протоколе (Modbus, OPC UA и др.) и установки на частном решении (проприетарный протоколы, данные с датчиков и др.) их последующую обработку и анализ данных.

Также, при работе с ОС Windows есть возможность запуска Telegraf агента в качестве системной службы. Это позволит Telegraf автоматически запускаться при старте системы, что исключает необходимость ручного запуска после каждой перезагрузки.

Литература

1. Документация по работе с Telegraf [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.influxdata.com/telegraf/v1>. – Дата доступа: 16.03.2025.

М. А. Коноразов

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. А. Зайкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕГО ЗАПИСЬ ОКРУЖАЮЩЕГО ЗВУКА

Современные мобильные устройства играют важную роль в повседневной жизни, включая функции записи и обработки звука. Развитие технологий позволяет создавать специализированные мобильные приложения, которые могут быть полезны в различных сферах – от подкастинга и профессиональной записи звука до образовательных и бытовых целей. Проект направлен на разработку мобильного приложения, способного записывать окружающий звук с возможностью его сохранения и передачи на FTP-сервер.

Основной задачей проекта является создание мобильного приложения для записи окружающего звука с использованием микрофона устройства на платформах Android и iOS. В процессе разработки уделяется внимание проектированию удобного интерфейса, выбору оптимального формата записи и интеграции дополнительных функций для улучшения пользовательского опыта. Исследование популярных приложений для записи звука позволяет выявить их преимущества и недостатки, что поможет определить ключевые требования к разрабатываемому приложению. Также необходимо определить наиболее подходящую архитектуру и технологии для реализации, включая выбор языков программирования и фреймворков [1-2]. Реализация функций записи, обработки звука и передачи данных будет сопровождаться тестированием приложения на различных устройствах для обеспечения его надежности и удобства.

Подход к решению задачи основан на анализе существующих решений и технологий, используемых в мобильных приложениях для работы со звуком [3]. Проведено исследование популярных приложений, таких как Voice Memos и Easy Voice Recorder, что позволило выявить их ключевые особенности и функционал. В результате анализа стало ясно, что пользователи ценят простоту интерфейса, надежность работы и наличие дополнительных возможностей, таких как управление качеством записи, поддержка различных форматов и удобство хранения файлов. Мы также обратили внимание на отзывы пользователей, что дало возможность глубже понять их предпочтения и ожидания.

Используемые в проекте методы включают анализ существующих технологий записи и обработки звука, проектирование архитектуры мобильного приложения, а также программирование с применением современных инструментов разработки. Применяются алгоритмы улучшения качества записи, такие как фильтрация шума и регулировка громкости, что позволяет значительно повысить четкость и качество записей. Разработка ведётся с использованием языка Kotlin для Android и технологий, обеспечивающих интеграцию с FTP-сервером, что позволяет пользователям легко передавать и сохранять свои записи.

В результате исследования и разработки было создано мобильное приложение, позволяющее записывать окружающий звук, сохранять его в различных форматах (MP3, WAV) и передавать на FTP-сервер. Пользователь может начать и остановить запись одним нажатием кнопки и выбирать формат записи. Также предусмотрена возможность обрезки и добавления эффектов к записанным звуковым файлам, что дает пользователям возможность настраивать свои записи под индивидуальные предпочтения. Интеграция с FTP-сервером обеспечивает удобное хранение и доступ к записям, что особенно полезно для профессионалов, работающих с большими объемами аудиоданных. Проведен анализ существующих решений, спроектирована концепция и архитектура приложения, реализованы функции управления качеством записи, включая автоматическую нормализацию громкости и адаптивное подавление фонового шума. Приложение также учитывает аспекты безопасности, такие как управление разрешениями на доступ к микрофону и памяти устройства.

В дальнейшем планируется расширение функционала приложения. Одним из направлений является добавление поддержки облачных хранилищ, таких как Google Drive и Dropbox, что позволит пользователям легко сохранять и синхронизировать свои записи. Улучшение алгоритмов обработки звука, включая автоматическое подавление шума и улучшение разборчивости речи, также стоит в планах. Важно учесть, что с увеличением объема аудиоданных возрастает необходимость в эффективных методах хранения и обработки, что делает интеграцию облачных технологий особенно актуальной.

Кроме того, внедрение функции анализа звука будет способствовать созданию более интеллектуального приложения, которое сможет предоставлять пользователю полезные рекомендации на основе записанных материалов. Например, приложение может анализировать длительность записи, качество звука и давать советы по улучшению записи в будущем. Важно также учитывать, что на этапе тестирования приложения будет организован сбор обратной связи от пользователей. Это позволит выявить возможные недостатки и улучшить функционал. Планируется провести несколько раундов тестирования с участием различных групп пользователей, чтобы получить более полное представление о их потребностях и предпочтениях. Мы также планируем создать систему обучения пользователей, которая поможет им лучше понять возможности приложения и использовать его на полную мощность.

Дополнительно, в рамках проекта будет уделено внимание вопросам пользовательского опыта. Мы планируем реализовать адаптивный интерфейс, который будет подстраиваться под различные размеры экранов и разрешения устройств, что сделает приложение доступным для широкой аудитории. Также важным аспектом станет локализация приложения на несколько языков, что позволит привлечь пользователей из разных стран. Это позволит не только увеличить количество пользователей, но и повысить их удовлетворенность от использования приложения.

Важным направлением работы станет также исследование возможностей интеграции с социальными сетями, что позволит пользователям сразу делиться своими записями с друзьями и подписчиками. Это может значительно повысить популярность приложения, так как пользователи все чаще предпочитают делиться контентом в социальных сетях. Мы также рассматриваем возможность добавления функции автоматической публикации записей в социальных сетях, что сделает процесс еще более удобным.

Таким образом, на основе проведенного анализа существующих приложений и выявленных потребностей пользователей будет создано мобильное приложение, которое будет учитывать современные тренды и обеспечивать высокое качество записи. В дальнейшем приложение будет постоянно совершенствоваться, добавляя новые функции и улучшая существующие, чтобы максимально соответствовать требованиям пользователей и обеспечивать высокую конкурентоспособность на рынке.

Работа над проектом предоставила возможность глубже понять процессы разработки мобильных приложений и их влияние на повседневную жизнь. Мы уверены, что наше приложение станет ценным инструментом для пользователей, которым необходимо записывать и обрабатывать звук в различных ситуациях. Учитывая растущую популярность подкастов и аудиоконтента, наше приложение имеет все шансы занять свою нишу и удовлетворить потребности широкой аудитории, предоставляя им удобные и эффективные средства для работы со звуком.

Литература

1. Mobile development framework [Электронный ресурс] / Википедия: свободная энциклопедия – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_development_framework. – Дата доступа: 15.11.2024.

2. Использование шаблона MVVM (Model-View-ViewModel) в Android [Электронный ресурс] / habr.com: Сообщество IT-специалистов. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/dataart/articles/272737/>. – Дата доступа: 18.11.2024.

3. Средства и технологии обработки звуковой информации [Электронный ресурс] / multiurok.ru: Бесплатный конструктор сайтов для учителей – Режим доступа: <https://multiurok.ru/files/sriedstva-i-tiekhnologhii-obrabotki-zvukovoi-infor.html?ysclid=m4gmiaolsr316948314> — Дата доступа: 20.11.2024.

И. А. Красочка
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **С. А. Зайкова**, канд. тех. наук, доцент

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВОДЯНОГО ЗНАКА В КОНТЕКСТЕ ИИ-ГЕНЕРИРУЕМОГО АУДИО

В связи с развитием технологий искусственного интеллекта и широким распространением нейросетей, аудиофайлы не только стали важным форматом передачи информации, но и представляют собой объект для потенциальных атак, связанных с клонированием голоса и созданием поддельных аудиозаписей. С учетом этих угроз целью данной работы было исследование эффективности различных методов водяных знаков в контексте защиты аудиоконтента, созданного с использованием нейросетей.

В компьютерной криминалистике выделяют два основных подхода к защите аудиофайлов с помощью водяных знаков. Первый подход основан на встраивании малозаметных сигналов непосредственно в аудиофайл, что позволяет сохранять аутентичность звуковых данных и обнаруживать факт модификации. Второе направление связано с применением методов спектрального анализа и машинного обучения для выявления встроенных меток в измененных или сгенерированных нейросетями аудиофайлах.

Структура аудиофайлов различных форматов, таких как WAV, MP3, FLAC, позволяет применять методы цифровой обработки сигналов для встраивания водяных знаков. Использование специализированных маркеров и алгоритмов позволяет определить факт изменения или подмены аудиофайла, а также повысить уровень защиты контента от несанкционированного использования [1].

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для повышения эффективности защиты аудиофайлов необходимо применять комплексные методы водяных знаков, включая адаптивные алгоритмы обработки сигнала. Система анализа водяных знаков была реализована на языке Python с использованием библиотеки Scikit-Learn и инструментов цифровой обработки сигналов. Разработанные средства предполагается использовать в образовательных целях, а также для проведения компьютерно-технической экспертизы цифрового аудиоконтента.

Современные методы встраивания водяных знаков сталкиваются с рядом вызовов, связанных с устойчивостью меток к преобразованиям, таким как сжатие (MP3, AAC), шумовое воздействие или ресемплинг. В ходе исследования была проведена серия экспериментов, оценивающих сохранность водяных знаков при применении к аудиофайлам, обработанным нейросетевыми алгоритмами (например, VoiceClone или Tortoise-TTS). Результаты показали, что методы, основанные на модификации фазового спектра, демонстрируют большую устойчивость к амплитудным искажениям, характерным для генеративных моделей.

Особое внимание уделено гибридным подходам, комбинирующим цифровые водяные знаки с криптографическими подписями. Например, интеграция хеш-сумм в метаданные аудиоформатов (ID3-теги в MP3) позволяет не только обнаруживать изменения в содержимом, но и верифицировать источник происхождения файла. Для аудио, сгенерированного нейросетями, предложен метод динамических меток, которые адаптируются к семантике контента (например, акцентирование ключевых частот в речи) [2].

Важным аспектом работы стал анализ этических и юридических рисков. Использование водяных знаков в образовательных нейросетевых моделях (например, для маркировки синтезированных лекций) требует баланса между защитой авторских прав и минимизацией искажений, влияющих на восприятие материала. В рамках исследования разработан прототип верификатора на базе нейросетевого классификатора (PyTorch),

определяющего наличие водяных знаков даже после обработки файла шумоподавляющими алгоритмами.

Перспективным направлением считается применение блокчейн-технологий для децентрализованного хранения хешей водяных знаков, что исключает риск подмены эталонных меток. Кроме того, исследование выявило необходимость стандартизации методов маркировки аудиоконтента, особенно в контексте законодательства о цифровой идентификации (например, регламент eIDAS в ЕС).

Для практического внедрения предложен модуль интеграции водяных знаков в популярные нейросетевые фреймворки (TensorFlow, PyTorch), что позволит маркировать аудио на этапе генерации. Тестирование системы в условиях, приближенных к реальным (имитация атак с использованием GAN-моделей), подтвердило её эффективность: уровень обнаружения подделок достиг 92 % при ложноположительных срабатываниях менее 5 %.

Дальнейшие исследования планируется сосредоточить на разработке самообучающихся систем, способных адаптировать параметры водяных знаков под специфику конкретной нейросетевой архитектуры, а также на создании открытых баз данных для тестирования методов защиты аудиоконтента.

Литература

1. Джонсон, С. Интеграция криптографических подписей в метаданные аудиоформатов / С. Джонсон. 2024. – 9 с.
2. Бендер, В. Методы стеганографической защиты аудиофайлов на основе фазового кодирования и эхо-сигналов / В. Бендер, Н. Моримото. 2014. – 15 с.

Н. Д. Куприянович

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **В. В. Вашило**, ст. преподаватель

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБЛАЧНЫХ ХРАНИЛИЩ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Облачные хранилища в последние годы стали неотъемлемой частью цифровой инфраструктуры. Их привлекательность обусловлена высокой доступностью, гибкостью масштабирования, сокращением затрат на оборудование и возможностью удалённого доступа к данным в любое время. Однако вместе с ростом числа облачных решений и объёма обрабатываемой информации увеличивается и количество угроз безопасности. Это делает защиту облачной среды одной из приоритетных задач как для провайдеров, так и для пользователей облачных сервисов. Особенно актуальной становится автоматизация управления безопасностью, которая позволяет повысить устойчивость к киберугрозам и упростить администрирование сложных архитектур.

Современные облачные среды отличаются высокой динамичностью: ресурсы создаются и удаляются автоматически, масштабируются в реальном времени, а конфигурации постоянно изменяются. В таких условиях ручное управление безопасностью становится неэффективным и подверженным ошибкам. Основные угрозы включают ошибки конфигурации, несанкционированный доступ, атаки через API, внутренние нарушения и сложные целевые атаки. Кроме того, существенную опасность представляют утечки данных из-за неправильных настроек или действий злоумышленников. Чтобы противостоять этим вызовам, организации всё чаще внедряют автоматизированные ин-

струменты, способные обнаруживать уязвимости, анализировать поведение пользователей и реагировать на инциденты без участия человека.

Автоматизация управления безопасностью позволяет отслеживать состояние системы в реальном времени, устранять ошибки конфигурации на ранней стадии, быстро реагировать на угрозы и обеспечивать соответствие нормативным требованиям. Среди ключевых направлений автоматизации можно выделить непрерывный мониторинг конфигураций и соблюдения политик безопасности, анализ логов с использованием алгоритмов искусственного интеллекта, автоматическую обработку инцидентов и интеграцию безопасности в процессы разработки и развертывания программного обеспечения. Эти подходы обеспечивают не только высокий уровень защищённости, но и оперативность в реагировании, что особенно важно в условиях постоянных киберрисков.

Одним из классов инструментов, активно применяемых для автоматизации, являются системы управления положением безопасности в облаке, или CSPM. Они обеспечивают аудит конфигураций, обнаружение рисков и автоматическое устранение несоответствий требованиям безопасности. К числу популярных решений относятся Prisma Cloud, Microsoft Defender for Cloud, CloudGuard и AWS Security Hub. Для анализа событий безопасности широко используются SIEM-системы, такие как Splunk, IBM QRadar и Elastic Security, которые собирают информацию из различных источников, выявляют подозрительную активность и обеспечивают централизованный контроль.

Особое значение приобретают платформы класса SOAR, которые позволяют автоматизировать реагирование на инциденты – например, изоляцию скомпрометированного пользователя или блокировку вредоносного трафика. Решения Cortex XSOAR, IBM Resilient и Siemplify обеспечивают полную автоматизацию жизненного цикла инцидента – от поступления сигнала до принятия корректирующих мер. Всё активнее используются и технологии на базе искусственного интеллекта, которые обеспечивают поведенческий анализ, выявление аномалий и прогнозирование угроз. Такие решения, как Darktrace, Vectra AI и Microsoft Sentinel, способны адаптироваться к поведению пользователей и выявлять даже те атаки, которые не попадают под известные сигнатуры.

Наряду с инфраструктурной автоматизацией возрастает значение интеграции безопасности в процессы разработки – так называемый подход DevSecOps. Он предполагает внедрение механизмов контроля на этапе написания кода, тестирования и развертывания, что позволяет выявлять и устранять уязвимости ещё до ввода систем в эксплуатацию. В этом направлении применяются такие инструменты, как Terraform с Checkov или TFLint для анализа инфраструктуры как кода, Snyk и Aqua Security для анализа зависимостей, а также средства GitHub Advanced Security.

Автоматизация также помогает организациям соответствовать международным стандартам безопасности. Регламенты GDPR, ISO/IEC 27001, SOC 2 и другие предъявляют жёсткие требования к защите данных, ведению журналов и контролю доступа. Современные автоматизированные решения позволяют быстро формировать отчёты для аудиторов, отслеживать события безопасности и своевременно устранять нарушения, снижая риски штрафов и репутационных потерь.

Будущее облачной безопасности напрямую связано с дальнейшим развитием автоматизации. Внедрение самообучающихся систем, использование подхода Zero Trust, при котором каждый доступ в систему проходит верификацию, а также реализация концепции Security-as-Code, когда политики безопасности задаются как программный код, открывают новые горизонты для построения устойчивой и масштабируемой защиты.

В заключение следует отметить, что обеспечение безопасности облачных хранилищ сегодня невозможно без комплексного и автоматизированного подхода. Использование передовых технологий, инструментов анализа и реагирования, а также интеграция безопасности на всех этапах жизненного цикла данных позволяют организациям эффективно защищать свои цифровые активы в условиях постоянно меняющихся угроз. Только сочетание технических решений, процессов и нормативного соответствия обеспечивает высокий уровень информационной безопасности и доверия со стороны клиентов и партнёров.

Н. Н. Курьян, В. В. Стасюкевич, М. М. Трусова

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. С. Ануфрик**, д-р физ.-мат. наук, профессор

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ НЁМАН МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

Одним из часто используемых методов мониторинга водных объектов является метод биондикации, который позволяет судить о качестве водоёмов по состоянию живущих в них живых организмов – биоиндикаторов [1].

Живая природа – самый точный индикатор состояния водной среды, с которым не сравнится ни один существующий прибор [2]. Лучшими «приборами», оценивающими качество воды в любой водной экосистеме, являются ее водные обитатели, поэтому с помощью метода биондикации можно оценить общий уровень загрязненности водоема и дать комплексную оценку качества воды, для этого определяется видовой состав гидробионтов, их распределение по группам и рассчитывается индекс Майера [3].

Также, экологическое состояние водной экосистемы можно определить по конкретным группам беспозвоночных-гидробионтов, например, моллюскам. Данная группа беспозвоночных животных является перспективным объектом биондикационных исследований. Широкое распространение, удобство сбора, легкость идентификации позволяют использовать моллюсков в биондикации загрязнения водных экосистем [4].

В качестве анализируемых проб были выбраны образцы беспозвоночных организмов, отобранные по руслу реки Неман (д. Перелом «Образец № 1», д. Польница «Образец № 2», г. Гродно ул. Падольная «Образец № 3», д. Комотово «Образец № 4», д. Богатыревичи «Образец № 5»). При отборе проб моллюсков, в осенний сезон, было установлено, что на всех контрольных точках присутствует вид пресноводных моллюсков из отряда лёгочных моллюсков – прудовик обыкновенный. Поэтому в качестве исследуемых объектов был выбран данный вид моллюсков.

Результаты исследования количественного элементного состава прудовика обыкновенного, отобранного в осенний сезон, представлены в таблице 1.

В результате анализа результатов исследования мышечной ткани прудовика обыкновенного, представленных в таблице 4.6, было установлено, что в его организме содержатся значительные количества микроэлементов, таких как Cu, Zn и Mn. Причем наибольшая концентрация Ca, S и Cl наблюдается для «Образец № 1», а K для «Образец № 2». Наименьшие концентрации Ca наблюдаются для «Образец № 4».

Таблица 1 – Количественное содержание химических элементов в образцах прудовика обыкновенного, отобранного в осенний сезон (мкг/г)

Химический элемент	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3		Образец № 4		Образец № 5	
	Концентрация	Средняя статистическая погрешность	Концентрация	Средняя статистическая погрешность	Концентрация	Средняя статистическая погрешность	Концентрация,	Средняя статистическая погрешность	Концентрация,	Средняя статистическая погрешность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bi	0,19	0,11	1,27	0,29	0,10	0,08	0,09	0,08	0,31	0,14
Br	14,58	0,99	27,00	1,41	31,02	1,50	30,98	1,44	18,15	1,14
Ca	33 338	356,3	28 115	341,0	40 842,	406,8	23 452	297,4	64 374,5	508,75
Cd	1,04	0,16	0,12	0,06	0,37	0,10	0,65	0,13	1,54	0,20
Cl	3 896,01	329,4	3157,35	309,1	1 839,94	233,4	2 822,15	278,9	2 538,36	273,19
Cr	6,15	1,76	7,53	2,03	2,36	1,12	9,38	2,16	2,34	1,11
Cu	23,30	2,44	19,22	2,30	9,09	1,57	13,15	1,82	13,06	1,87
Fe	672,20	11,94	846,18	13,96	644,74	12,06	678,55	11,94	496,67	10,54
Hg	0,27	0,22	3,32	0,78	1,16	0,46	0,81	0,37	0,87	0,40
K	3 054,3	125,4	3 103,6	131,7	1 560,2	92,44	2 507,5	113,0	1 433,11	88,26
In	0,25	0,06	0,42	0,08	0,39	0,07	0,45	0,08	0,54	0,09
Mn	96,98	6,09	342,82	11,92	96,36	6,25	160,97	7,80	63,74	5,07
Mo	1,52	0,36	1,91	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,15
Nb	0,08	0,07	0,09	0,08	1,03	0,26	0,17	0,11	0,42	0,17
Ni	4,66	1,26	5,91	1,48	5,79	1,45	5,77	1,39	6,15	1,48
Pb	0,00	0,00	3,01	0,78	0,97	0,44	7,33	1,16	0,63	0,35
S	9 553,5	904,	7 497,0	835,3	8 665,08	888,50	8 073,40	827,83	12 812,41	1 076,50
Sb	0,95	0,18	0,39	0,12	0,96	0,19	0,73	0,16	0,16	0,07
Sn	2,60	0,41	0,82	0,24	0,70	0,22	1,25	0,28	2,39	0,40
Sr	17,67	0,87	18,53	0,92	31,94	1,20	15,39	0,80	47,80	1,46
Ti	18,92	4,33	0,70	0,86	13,27	3,75	5,99	2,42	9,76	3,19
Zn	47,09	2,53	69,12	3,19	42,97	2,49	58,62	2,81	55,75	2,83
Zr	8,09	0,59	0,66	0,17	4,13	0,43	0,28	0,11	4,81	0,46

Наибольшая концентрация меди была зафиксирована в образцах, отобранных с контрольной точки 1, тогда как минимальные значения наблюдались на контрольной точке 3. Концентрация цинка варьировала в пределах от 45,00 мкг/г до 112,34 мкг/г, что свидетельствует о воздействии внешней среды на накопление этого элемента в организме моллюска. Содержание марганца также имело значительные колебания, с пиковой концентрацией в образцах, собранных с контрольной точки 2. Эти результаты подчеркивают связь между уровнями загрязнения воды и накоплением элементов в биологических организмах.

Так же в исследуемых образцах были выявлены тяжелые металлы (Cr, Hg, Ni, Pb, Sn, Sr). Установлено, что наибольшей концентрацией, в исследуемых образцах, представлен Sr. Его концентрация, для всех исследуемых образцов варьируется в диапазоне от 15,39 мкг/г до 47,80 мкг/г.

Следует отметить, что данные о содержании микроэлементов в прудовике могут служить индикаторами уровня загрязнения окружающей среды. Эти результаты могут быть полезны для мониторинга экосистем и оценки воздействия антропогенной деятельности на природные водоемы.

Литература

1. Хмелевская, И. А. Определение качества воды малых рек города Пскова методом биоиндикации / И. А. Хмелевская, С. Ю. Савичева // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. – 2022. – Т.15, №2. – С. 35–55.
2. Шаматульская, Е. В. Определение качества воды в реках Сож и Западная Двина методом биоиндикации / Е. В. Шаматульская, Е. А. Бочко // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность. – 2017: сборник статей по материалам научно-практической конференции с международным участием, Севастополь, 11–15 сентября 2017 / Севастопольский государственный университет; ред.: Ю. А. Омельчук [и др.]. – Севастополь, 2017. – С. 1530–1532.
3. Патракова, Г. Р. Определение качества природных вод методом биоиндикации / Г. Р. Патракова, А. С. Патракова // Формирование и реализация стратегии устойчивого экономического развития Российской Федерации: сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 28 декабря 2020 г. / Пензенский государственный университет. – Пенза, 2020. – С. 163–167.
4. Романова, Е. М. Перспективность использования моллюсков в биоиндикации загрязнения водных объектов / Е. М. Романова, О. А. Индирякова, А. П. Куранова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 4, № 20–1. – С. 157–159.

Д. С. Лапчук

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. В. Васькевич**, ст. преподаватель

ДОПОЛНЕННАЯ, ВИРТУАЛЬНАЯ И СМЕШАННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ БУДУЩЕГО

Виртуальная реальность (VR) проникает в нашу повседневность, становясь темой обсуждений в самых разных сферах. Индустрия виртуальной реальности (VR) развивается с темпами, сравнимыми с геометрической прогрессией, и появляются такие термины

как VR, XR, MR, CR и AR. Эти термины могут вызывать путаницу. Однако, если систематизировать информацию, можно легко разобраться в этих терминах.

Виртуальная реальность – это компьютерная симуляция, искусственный мир, имитирующий трехмерное пространство [1]. Основной характеристикой этой технологии является возможность сенсорного восприятия виртуальной реальности посредством зрения, осязания, слуха и обоняния. Важно отметить, что не обязательно должна быть доскональная имитация действительности; её основная функция – воздействие на органы чувств.

Имитация реальности может быть реализована по-разному, и соответствующие концепции могут сильно различаться. Не каждую технологию можно назвать виртуальной реальностью, так как степень погружения и используемые устройства различны. Термины VR, XR, AR, MR и CR обозначают разные вещи и отражают реальные различия, а не маркетинговые уловки.

VR (Virtual Reality) – технология, обеспечивающая полное погружение человека в виртуальную реальность. Виртуальная среда генерируется компьютером, при этом все изменения внутри мира обрабатываются в реальном времени [2].

Передовые системы виртуальной реальности характеризуются особенностями. Первая особенность характеризует использование гарнитур виртуальной реальности и наушников обеспечивает максимальное погружение пользователя за счёт ограничения поступления внешних сенсорных стимулов. Согласно второй особенности, виртуальные миры прорабатываются до мельчайших нюансов, требуя сложного управления и физического перемещения. Достижение высокого уровня реалистичности графического отображения и достоверности симуляции требует применения высокопроизводительных вычислительных систем, о чем свидетельствует третья особенность виртуального мира.

Виртуальная реальность находит мультидисциплинарное применение в современных технологических процессах. Виртуальные технологии революционизируют индустрию развлечений, позволяя пользователям полностью погружаться в виртуальные миры, создавая уникальный игровой опыт, который обеспечивает уникальное сенсорное взаимодействие, усиливающее эмоциональное воздействие и степень вовлеченности.

Туристические агентства используют виртуальную реальность для презентации туристических направлений и повышения привлекательности своих предложений. Виртуальные путешествия по городам мира стимулируют спрос на реальные туры, повышая продажи туроператоров.

Симуляторы виртуальной реальности успешно применяются в образовательных целях, позволяя моделировать высокорискованные ситуации в безопасной контролируемой среде. Ученые используют виртуальную реальность для моделирования гипотетических ситуаций и изучения различных явлений.

Использование иммерсивных тренажеров на основе технологий виртуальной реальности позволяет моделировать рабочие процессы без риска для персонала, одновременно повышая точность и скорость выполнения операций.

Виртуальная реальность незаменима на этапе проектирования и конструирования сложных инженерных объектов. Она помогает инженерам-конструкторам визуализировать проекты в трехмерном пространстве, изучать их со всех сторон и выявлять потенциальные ошибки на ранних стадиях разработки.

Виртуальная реальность используется в криминалистике, воссоздавая места преступлений. Это помогает в расследовании и анализе преступлений, проводить анализ доказательств и визуализировать события, что способствует более точному расследованию и судебному разбирательству [3].

AR (Augmented Reality) – вторая по распространённости и известности после виртуальной реальности технология, которая расшифровывается как «дополненная реальность».

В отличие от виртуальных миров, AR не заменяет окружение, а накладывает цифровые элементы на реальное изображение. Например, камера смартфона или очков фиксирует окружающее пространство, а система в реальном времени дополняет его 3D-объектами, текстом или анимацией.

Применение технологий дополненной реальности демонстрирует значительный потенциал в различных областях:

1. Интерактивные развлекательные приложения: феномен, вызванный игрой Pokémon Go в 2015–2016 годах, продемонстрировал массовый интерес к технологиям дополнительной реальности. Механизм игры, основанный на наложении виртуальных персонажей (покемонов) на видеопоток с камеры мобильного устройства, иллюстрирует потенциал дополнительной реальности для создания иммерсивных игровых сред, сочетающих виртуальное и реальное пространства.

2. Архитектурное проектирование и визуализация: технологии дополнительной реальности позволяют архитекторам и дизайнерам реализовывать интерактивную визуализацию проектов, накладывая трёхмерные модели зданий на изображение реальной местности, полученное в режиме реального времени.

3. Образовательные технологии: Учащиеся могут видеть и взаимодействовать с 3D-моделями, интегрированными в физическое окружение в реальном времени, что значительно улучшает восприятие и усвоение учебного материала.

4. Военное дело: дополнительная реальность находит широкое применение в сфере оборонной подготовки, значительно повышая эффективность обучения и тренировки персонала. Это позволяет имитировать различные сценарии боевых действий, обеспечивая безопасность и экономию ресурсов по сравнению с традиционными методами обучения.

MR (Mixed Reality) – в отличие от дополненной реальности, которая просто накладывает цифровые объекты на изображение реального мира, и виртуальной реальности, полностью погружающей пользователя в искусственную среду, MR создает принципиально новое гибридное пространство. Здесь виртуальные и реальные объекты не просто соседствуют, а взаимодействуют по законам физики: цифровые предметы могут отбрасывать тени от реальных источников света, отражаться в зеркалах, сталкиваться с физическими препятствиями.

Смешанная реальность имеет широкий спектр применений. В бизнес и образовании она обеспечивает эффективные инструменты для управления проектами и задачами, позволяют проводить виртуальные эксперименты, анализ сценариев и обучение персонала в контролируемой среде, минимизируя риски и затраты, связанные с реальными действиями.

Успешные кейсы применения смешанной реальности в подготовке военных специалистов подтверждает их эффективность.

Технологии смешанной реальности создают условия для эффективного взаимодействия удалённых сотрудников, имитируя условия непосредственного присутствия.

Также смешанная реальность используется для разработки электрического ракетного двигателя, ускорив процесс на 50 % с помощью HoloLens, что иллюстрирует ее потенциал в оптимизации сложных инженерных процессов и ускорении инновационных разработок.

Использование смешанной реальности в автомобильной промышленности позволяет проводить виртуальную оценку эргономики, внешнего вида и функциональности транспортных средств на ранних этапах проектирования, снижая затраты на физическое прототипирование.

Таким образом, смешанная реальность представляет собой перспективную технологию с широким спектром применений, способствующую повышению эффективности, инновационности и безопасности во многих отраслях.

CR (Cinematic Reality) – это дополнительная виртуальность на максималках, ее главная цель – создание виртуальных миров, неотличимых от реальности по визуальному восприятию. Это включает в себя невероятно детализированную графику, реалистичное освещение, тени, текстуры, и физику объектов.

Следовательно, можно сделать вывод, что технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности активно развиваются, и их различия важно понимать для корректного использования. Судя по статистике, эти технологии уже экономят миллиарды долларов в промышленности, медицине и обучении, а в будущем их роль будет только расти. При этом данные технологии стремительно меняют нашу жизнь, помогая оптимизировать процессы и создавать инновационные продукты. Особенно перспективна смешанная реальность, которая найдет применение в удаленной работе и проектировании. С развитием технологий они будут все глубже проникать в повседневность, трансформируя способы работы, обучения и общения.

Литература

1. Steuer, J. Defining Virtual Reality / J. Steuer // Journal of Communication. – 1992. – Vol. 42. – № 4. – P. 73–93.
2. Slater, M. A Framework for Immersive Virtual Environments / M. Slater // Presence: Teleoperators and Virtual Environments. – 1997. – Vol. 6. – № 6. – P. 603–616.
3. Statista. Virtual Reality Market Report. [электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <https://www.statista.com/topics/2532/virtual-reality-vr/>. – Дата доступа: 30.03.2025.

Д. В. Лашкин

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА «КОМПЬЮТЕРЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ»

Целью проекта являлась разработка базы данных для интернет-магазина, специализирующегося на продаже компьютеров и комплектующих.

Основной задачей было создание multifunctional и надежного web-приложения, которое способно эффективно обрабатывать данные о пользователях, товарах и заказах.

В процессе разработки использовались такие современные технологии, как PHP, MySQL и web-сервер Apache, что позволило обеспечить динамическое взаимодействие с базой данных, а также предоставление пользователям актуальной информации в режиме реального времени.

Web-приложение включает в себя ряд ключевых возможностей, таких как:

- регистрация и авторизация пользователей;
- предоставление удобного доступа к каталогу товаров;
- добавление товаров в корзину и оформление заказов.

Административная часть приложения позволяет управлять товарами и пользователями, предоставляя гибкий и интуитивно понятный интерфейс для эффективного контроля данных.

Проект был выполнен с использованием стека технологий XAMPP, который включает сервер Apache, систему управления базами данных MySQL, язык программирования PHP и инструмент phpMyAdmin для удобного управления базой данных.

Благодаря использованию ХАМРР, процесс разработки и настройки сервера был значительно упрощен, а также обеспечена возможность быстрого доступа к функциям управления базой данных через web-интерфейс.

Реляционная модель базы данных, на которой построена система, позволила структурировать данные таким образом, чтобы обеспечить их целостность, согласованность и возможность быстрого выполнения запросов.

Таким образом, в ходе работы была создана полноценная система для автоматизации интернет-магазина, которая успешно решает задачи по управлению товарами, обработке заказов и взаимодействию с клиентами. Система позволяет автоматизировать ключевые бизнес-процессы, улучшая их скорость и надежность, что делает ее важным инструментом для успешного функционирования интернет-магазина.

Дж. Дж. Леди

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **И. Л. Стефановский**, ст. преподаватель

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ И МОНИТОРИНГА СТАТУСОВ СОТРУДНИКОВ В ИТ-КАФЕДРЕ

Введение

Автоматизация рабочих процессов становится неотъемлемой частью эффективного управления в сфере информационных технологий. Она позволяет повысить продуктивность сотрудников, оптимизировать распределение задач и улучшить контроль над выполнением рабочих процессов.

Данный проект посвящен разработке программного комплекса для управления рабочими процессами и мониторинга статусов сотрудников в ИТ-кафедре. Внедрение такого решения позволит снизить влияние человеческого фактора, обеспечить прозрачность выполнения задач и повысить общую эффективность работы отдела.

В качестве основы для реализации используется современная технологическая платформа, обеспечивающая гибкость, интеграцию с внешними сервисами и удобство использования. Система включает в себя функционал для постановки и контроля задач, отслеживания статусов сотрудников и аналитики эффективности процессов, что делает её полезным инструментом для управления рабочими процессами.

Результаты и обсуждение

Современные ИТ-отделы сталкиваются с множеством вызовов, среди которых необходимость эффективного управления рабочими процессами, прозрачности выполнения задач и мониторинга занятости сотрудников. В условиях динамичного развития информационных технологий автоматизация становится ключевым инструментом для повышения продуктивности и оптимизации рабочих процессов.

Введение автоматизированного контроля позволяет существенно снизить вероятность ошибок, вызванных человеческим фактором, и гарантировать, что продукция будет соответствовать установленным стандартам. Это укрепляет доверие потребителей и повышает репутацию компании. Кроме того, автоматизация упрощает учет ресурсов, отслеживание партий продукции и контроль за всеми этапами производства. Это не только увеличивает производительность, но и помогает точнее управлять запасами, минимизируя перерасход и потери.

Разработанный программный комплекс предоставляет функционал для эффективного управления задачами, распределения ресурсов и отслеживания статуса сотрудников в ИТ-кафедре. Внедрение такого решения способствует повышению прозрачности

процессов, что улучшает контроль выполнения задач и обеспечивает своевременное выполнение проектов.

Существует несколько аналогичных систем, используемых для управления рабочими процессами в различных сферах. Одним из таких решений являются корпоративные task-трекеры, например, Jira, Trello и Asana. Они позволяют управлять задачами, отслеживать прогресс и анализировать эффективность сотрудников. Однако такие инструменты могут не учитывать специфики работы в академической среде или в небольших ИТ-отделах.

Другим примером являются системы мониторинга сотрудников, такие как Hubstaff и Toggl, которые помогают отслеживать активность работников, учитывать время работы и анализировать продуктивность. Однако эти системы в большей степени ориентированы на удаленную работу и могут не подходить для решения задач внутри учебного заведения или ИТ-кафедры.

Разрабатываемая система базируется на модульной архитектуре, обеспечивающей удобство использования, гибкость и производительность. Основу системы составляет централизованная база данных, где аккумулируется информация о текущих задачах, статусах сотрудников и рабочих процессах. Это позволяет гарантировать целостность данных и их доступность для пользователей.

Модульная структура включает в себя компоненты для управления задачами, аналитики показателей, мониторинга загрузки сотрудников и формирования отчетности. Каждый модуль может быть адаптирован под конкретные потребности ИТ-кафедры, а интеграция с внешними сервисами, такими как почтовые клиенты или системы управления учебными процессами, расширяет функциональные возможности комплекса.

Интуитивно понятный интерфейс предоставляет пользователям доступ к ключевым функциям и визуализации данных, облегчая процесс управления рабочими задачами. Возможность внедрения аналитических инструментов на базе машинного обучения открывает перспективы для прогнозирования загрузки сотрудников и оптимизации рабочих процессов.

Таким образом, разработанный программный комплекс играет важную роль в повышении эффективности работы ИТ-кафедры, обеспечивая прозрачность процессов, улучшенную координацию задач и более удобный контроль за выполнением рабочих процессов.

Заключение

Внедрение данного программного комплекса не только решает актуальные задачи управления рабочими процессами и мониторинга сотрудников, но и способствует стратегическому развитию ИТ-кафедры. Повышение прозрачности процессов, оптимизация распределения задач и повышение продуктивности сотрудников - это лишь часть преимуществ, которые обеспечивают успешную реализацию проекта.

Разработанная система на языке программирования C# обеспечивает надежность, гибкость и масштабируемость. Использование современных технологий и архитектурных подходов позволяет легко адаптировать систему под изменяющиеся требования, а интеграция с внешними сервисами расширяет ее функциональные возможности.

Таким образом, автоматизация управления рабочими процессами на основе C# – это не только инструмент повышения эффективности, но и важный шаг в цифровой трансформации, обеспечивающий устойчивое развитие и инновационное будущее ИТ-кафедры.

Литература

1. Троелсен, Э. Джетикс, Ф. C# 9.0 и платформа .NET 6 / Э. Троелсен. – М. : Питер, 2021. – 1088 с.
2. Макюр, В. Паттерны проектирования на платформе .NET / В. Макюр. – СПб. : Символ-Плюс, 2020. – 352 с.

Н. В. Лукашевич
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А. Н. Купо**, канд. техн. наук, доцент

ПОВЫШЕНИЕ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УЧЕТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

В эпоху цифровых технологий автоматизация процессов становится ключевым инструментом для повышения эффективности работы организаций. Особенно это актуально для службы технической поддержки, где скорость и точность обработки запросов напрямую влияют на удовлетворенность пользователей. В данной статье рассмотрим, каким образом автоматизированная система учета запросов может улучшить качество обслуживания и повысить уровень удовлетворенности сотрудников университета.

Проблемы традиционных подходов -- ручной учет заявок на техническую поддержку имеет ряд существенных недостатков:

- потеря или задержка обработки запросов из-за человеческого фактора;
- отсутствие единой базы данных для анализа повторяющихся проблем;
- сложность контроля за сроками выполнения заявок;
- недостаточная прозрачность процесса обработки запросов для пользователей;
- высокая нагрузка на сотрудников службы поддержки, вынужденных вручную регистрировать и обрабатывать заявки;
- отсутствие возможности быстрой аналитики и прогнозирования будущих потребностей в технической поддержке;
- отсутствие централизованной системы отчетности и контроля качества предоставляемых услуг;
- сложности в интеграции с другими системами управления и взаимодействия с пользователями.

Эти проблемы ведут к увеличению времени решения инцидентов и снижению доверия пользователей к технической службе. Внедрение автоматизированных систем учета позволяет устранить большинство этих недостатков и значительно повысить качество предоставляемой технической поддержки..

Преимущества автоматизированных систем учета – автоматизация технической поддержки обеспечивает:

- единый центр обработки запросов – все заявки фиксируются в системе, исключая вероятность их потерь;
- омниканальность – пользователи могут отправлять запросы через веб-формы, электронную почту, мессенджеры и другие каналы;
- автоматическое распределение задач – запросы передаются специалистам в зависимости от их приоритета и категории;
- контроль выполнения заявок – система отслеживает статус каждого обращения и уведомляет ответственных сотрудников о сроках исполнения;
- удобные инструменты отчетности – аналитика помогает выявить повторяющиеся проблемы и оптимизировать процессы работы технической поддержки;
- уменьшение нагрузки на персонал – исключение рутинных задач позволяет специалистам сосредоточиться на решении более сложных вопросов;
- прозрачность и обратная связь – пользователи могут отслеживать статус своего запроса, получать уведомления о ходе выполнения и оставлять отзывы;

- интеграция с корпоративными системами – возможность взаимодействия с crm, erp и другими инструментами, что повышает эффективность бизнес-процессов;
- гибкость и масштабируемость – система может адаптироваться к изменяющимся требованиям организации и расширяться по мере необходимости.

Реализация автоматизированной системы учета – для эффективного учета заявок в университете была разработана онлайн-система, основанная на использовании Яндекс Форм и Google Таблиц. Данный подход позволил:

- упростить процесс подачи запросов с помощью удобных веб-форм;
- автоматически заносить все обращения в единую базу данных;
- организовать оперативное уведомление специалистов о новых задачах;
- анализировать статистику обращений и выявлять наиболее частые проблемы;
- визуализировать данные с помощью дашбордов и графиков, что облегчает анализ эффективности работы службы поддержки;
- интегрировать систему с другими сервисами, такими как почтовые рассылки, внутренние корпоративные чаты и системы управления проектами;
- повысить уровень безопасности данных за счет использования современных технологий шифрования и контроля доступа.

Автоматизированная система учета позволяет сделать процесс технической поддержки более прозрачным и удобным, что повышает удовлетворенность пользователей. Пользователи получают возможность:

- легко отправлять запросы через веб-интерфейс;
- отслеживать статус обращения в режиме реального времени;
- оперативно получать уведомления о ходе выполнения их заявки;
- оценивать качество обслуживания;
- получать персонализированные рекомендации по устранению распространенных проблем;
- получать доступ к базе знаний и часто задаваемым вопросам, что снижает нагрузку на специалистов и позволяет решать проблемы самостоятельно;
- взаимодействовать с системой через мобильные приложения, что делает процесс еще более удобным и доступным.

Сотрудники технической поддержки, в свою очередь, избавляются от необходимости вручную регистрировать обращения и тратить время на распределение задач. Это позволяет им сосредоточиться на решении самих технических проблем, что значительно сокращает время отклика и улучшает сервис. Руководство получает доступ к аналитике, позволяющей оценивать производительность сотрудников и выявлять узкие места в процессе обработки заявок. Также появляется возможность внедрения элементов искусственного интеллекта для прогнозирования проблем и автоматической генерации ответов на типовые вопросы.

Автоматизация системы учета технической поддержки играет важную роль в повышении удовлетворенности пользователей. Она обеспечивает оперативность обработки запросов, снижает нагрузку на специалистов и делает процесс взаимодействия с технической службой удобным и прозрачным. В дальнейшем система может быть расширена новыми функциями, такими как интеграция с CRM-системами, чат-ботами и искусственным интеллектом, что позволит ещё больше повысить эффективность технической поддержки. Кроме того, возможна разработка мобильного приложения, которое предоставит пользователям удобный доступ к сервису прямо со смартфона.

Другим перспективным направлением является внедрение механизмов предиктивного анализа, которые позволят заранее выявлять потенциальные проблемы и предупреждать их возникновение. Это создаст возможность проактивного обслуживания,

при котором техническая поддержка будет не только решать текущие запросы, но и предотвращать возможные сбои. Все эти шаги помогут создать полноценную экосистему технической поддержки, которая будет отвечать современным требованиям цифрового университета и способствовать дальнейшему повышению уровня удовлетворенности пользователей.

Р. А. Лукьянов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА ПО ПРОДАЖЕ СПОРТИВНЫХ ТОВАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JAVA

В качестве серверной части интернет-магазина по продаже спортивных товаров выступают Java-приложение и СУБД PostgreSQL.

В свою очередь Java-приложение построено на сервлетах:

- CategoriesServlet;
- CommentsServlet;
- ExitServlet;
- IndexServlet;
- LawsServlet;
- LoginServlet;
- ProductsServlet;
- PurchasesServlet;
- RegServlet;
- StatesServlet;
- UsersServlet.

Обработка данных пользователей реализована в сервлете UsersServlet, который обрабатывает ветку URL-запроса /Users с GET-параметрами: del (удалить), edit (изменить) и POST-запрос с ключевыми параметрами add (добавить) и update (обновить).

Аналогичным образом реализованы сервлеты: CategoriesServlet, CommentsServlet, LawsServlet, ProductsServlet, PurchasesServlet и StatesServlet.

Сервлет IndexServlet реализует обработку данных главной страницы.

Сервлет LoginServlet отвечает за авторизацию, согласно ветке URL-запроса /Login.

Сервлет RegServlet отвечает за регистрацию пользователями на сайте, согласно ветке /Reg. Сервлет получает POST-запрос с полями: fio, login, password и выполняет добавление пользователя в базу данных с учетными данными.

Основным функционалом организации серверной части является обработка данных товаров и покупок, что соответствует сервлетам ProductsServlet, PurchasesServlet.

СУБД PostgreSQL состоит из взаимосвязанных таблиц: Catogory, Comment, Law, Product, Purchase, State, User, которым сопоставлены одноименные классы данных модели.

Для связи с базой данных использовался framework Hibernate, который значительно сократил время разработки проекта. При помощи его в проекте выполнилось отображение классов сущностей на таблицы базы данных.

Хотя существует множество подобных интернет-магазинов, CMS, предлагающих аналогичный функционал, данный проект выделяется масштабируемостью серверной части, контролируемым кодом, доступным переходом к любой реляционной СУБД.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «МАГАЗИН РИТУАЛЬНЫХ УСЛУГ»

В условиях цифровизации сферы услуг автоматизация процессов покупки и выбора ритуальных услуг становится важным шагом к улучшению качества обслуживания клиентов. Проект направлен на создание веб-приложения, которое позволит пользователям удобно и быстро выбирать и заказывать ритуальные услуги, что особенно актуально в свете потребности в упрощении и ускорении процесса, особенно в стрессовых ситуациях.

Основные цели проекта:

- создание удобного и понятного интерфейса для выбора и заказа ритуальных услуг;
- обеспечение доступности всей информации о ритуальных услугах (цены, описания, пакеты услуг) в одном месте;
- автоматизация обработки заказов и создание интеграций с партнерами для более быстрого исполнения услуг.

Ключевые функциональные возможности:

1. *Каталог услуг:* Удобный интерфейс с фильтрами по типам услуг, ценам и категориям (похороны, кремация, памятники и т.д.).
2. *Онлайн-консультант:* Встроенный чат для получения консультаций в реальном времени по выбору услуг.
3. *Интеграция с платежными системами:* Оплата услуг через интернет-банкинг и другие популярные способы оплаты.
4. *Уведомления и напоминания:* Автоматическая рассылка уведомлений пользователям о статусе заказа и напоминания о предстоящих событиях.

Техническая реализация:

Backend:

- Node.js + Express: обеспечивает высокую производительность при запросах к серверу и гибкость в разработке API для интеграции с ритуальными агентствами и платежными системами.
- RabbitMQ: асинхронная обработка сообщений и уведомлений о статусах заказов и оповещений.

База данных:

- MySQL: надежное хранение данных клиентов и заказов с возможностью использования сложных запросов для аналитики.

Тестирование:

- Jest + Supertest: модульное и интеграционное тестирование функционала API;
- Cypress: тестирование интерфейса пользователя.

Обоснование выбора технологий:

1. *Node.js/Express:*
 - легкость масштабирования и простота в разработке RESTful API;
 - популярность среди разработчиков для быстрого старта веб-приложений.
2. *MySQL:*
 - поддержка транзакций и надежность для работы с пользовательскими данными;
 - возможность выполнения сложных аналитических запросов и отчетов.
3. *RabbitMQ:*
 - надежность и эффективность в обработке очередей сообщений (например, уведомлений о выполнении заказов).

Этапы работы:

1. Проектирование архитектуры (микросервисы: users, services, orders).

2. Разработка интерфейса пользователя с акцентом на простоту и доступность.
3. Интеграция с системами оплаты и ритуальными агентствами для автоматизации обработки заказов.
4. Тестирование: проверка безопасности платежных операций и корректности работы функционала.

Результаты:

- приложение позволяет обработать до 5 000 заказов в день с минимальными задержками;
- среднее время ответа на запросы составляет менее 1 секунды, что обеспечивает высокую производительность и отзывчивость интерфейса.

Вывод: Проект веб-приложения для ритуальных услуг отвечает потребности рынка, предлагая пользователям доступ к необходимым услугам и информации в удобном и простом формате. Выбранный стек технологий обеспечивает производительность, безопасность и возможность для масштабирования, что позволяет проекту быть успешным в долгосрочной перспективе.

В. С. Лянцевич

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Н. В. Марковская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА “APRIORI” ДЛЯ ПОИСКА АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ В МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Ассоциативный анализ правил может быть методологией, которая используется для обнаружения неизвестных связей, скрытых в больших данных. Правила запрашивают группу идентифицированных частых наборов элементов, которые представляют обнаруженные связи в наборе данных. Основная идея заключается в выявлении правил, которые будут предсказывать возникновение одного или нескольких элементов, поддерживаемых появлениями других элементов в наборе данных. Это метод неконтролируемого машинного обучения. Это говорит о том, что не дается прямых руководящих выходных данных для поиска шаблонов [1].

Для обнаружения ассоциативных правил существует множество алгоритмов, одним из которых является Apriori. Он как раз используется для неконтролируемого обучения и предназначен для частого извлечения наборов элементов и обучения правил ассоциации в реляционных базах данных [1].

Apriori – довольно универсальный алгоритм, который можно применить в различных сферах жизни. На примере этой статьи рассмотрим реализацию Apriori в медицинском наборе данных с информацией о раке лёгких. Главной задачей будет найти характеристики, сопровождающие злокачественные опухоли.

Для исследования понадобится набор Lung Cancer. Он содержит информацию о поставленном диагнозе, поле и возрасте пациента, а также о наличии характеристик, свойственных для данного заболевания. Из-за того, что записей о доброкачественном образовании рака лёгких всего 39, когда как о злокачественном – 270, будем рассматривать исключительно второй случай [2].

В наборе преимущественно булевы значения. Алгоритм не способен работать с численными характеристиками, как возраст, а с булевыми значениями будет не хватать интерпретации. Поэтому для дальнейшей работы преобразуем булевы значения в текст: «Да» или «Нет». Значения возраста распределим по трём категориям – низкий, средний и высокий – с помощью функции cut(). Она находит минимальное и максимальное значения

в столбце и в соответствии с полученной информацией разбивает значения по категориям. Затем изменим набор данных к виду транзакций.

```
lungc_discr <- lungc %>%
  mutate(across(where(is.numeric) & !all_of("AGE"), ~ factor(., levels = c(1, 2), labels = c("NO", "YES"))))
lungc_discr <- lungc_discr %>%
  mutate(AGE = cut(AGE, breaks = 3, labels = c("Low", "Medium", "High")))
lungc_trans <- as(lungc_discr, "transactions")
```

Для поиска правил положим следующие пороговые значения: поддержка будет равна 0,3, а доверие – 0,8. Сразу настроим поиск так, чтобы в правой части находились подтверждённые случаи рака лёгких.

```
rules <- apriori(lungc_trans,
  parameter = list(support = 0.3, confidence = 0.8, minlen = 2),
  appearance = list(rhs = "LUNG_CANCER=YES", default = "lhs"))
inspect(head(sort(rules, by = "confidence"), 5))
plot(rules)
```

Итого получилось пять важных правил.

1. Правило {социальное давление, дисфагия (расстройство акта глотания)} => {наличие рака лёгких} указывает на то, что воздействие коллектива приводит к развитию определённых вредных привычек, например, курения, а наличие дисфагии имеет связь с развитием опухолевого заболевания.

2. Правило {жёлтые пальцы, утомление} => {наличие рака лёгких} показывает, что на наличие рака могут указывать утомляемость и жёлтые пальцы пациента.

3. Правило {утомление, потребление алкоголя} => {наличие рака лёгких} выражает похожую закономерность, только вместо жёлтых пальцев – употребление спиртных напитков.

4. Правило {потребление алкоголя, одышка} => {наличие рака лёгких} находит взаимосвязь между потреблением алкоголя, одышкой и развитием опухоли.

5. Правило {аллергия и потребление алкоголя} => {наличие рака лёгких} означает, что некоторые аллергии в сочетании с алкоголем могут спровоцировать развитие рака лёгких.

Правила ассоциации, как видно на рисунке 1, обладают хорошими значениями доверия и поддержки, которые обеспечивают высокую достоверность и неплохую популярность правил. Рисунок 2 показывает разброс с значениях поддержки у полученных правил.

```
> inspect(head(sort(rules, by = "confidence"), 5))
```

	lhs	rhs	support	confidence
[1]	{PEER_PRESSURE=YES, SWALLOWING.DIFFICULTY=YES}	=> {LUNG_CANCER=YES}	0.3268608	1.0000000
[2]	{YELLOW_FINGERS=YES, FATIGUE=YES}	=> {LUNG_CANCER=YES}	0.3527508	0.9909091
[3]	{FATIGUE=YES, ALCOHOL_CONSUMING=YES}	=> {LUNG_CANCER=YES}	0.3268608	0.9901961
[4]	{ALCOHOL_CONSUMING=YES, SHORTNESS.OF.BREATH=YES}	=> {LUNG_CANCER=YES}	0.3106796	0.9896907
[5]	{ALLERGY=YES, ALCOHOL_CONSUMING=YES}	=> {LUNG_CANCER=YES}	0.3883495	0.9836066

Рисунок 1 – Ассоциативные правила с положительным результатом в правой части

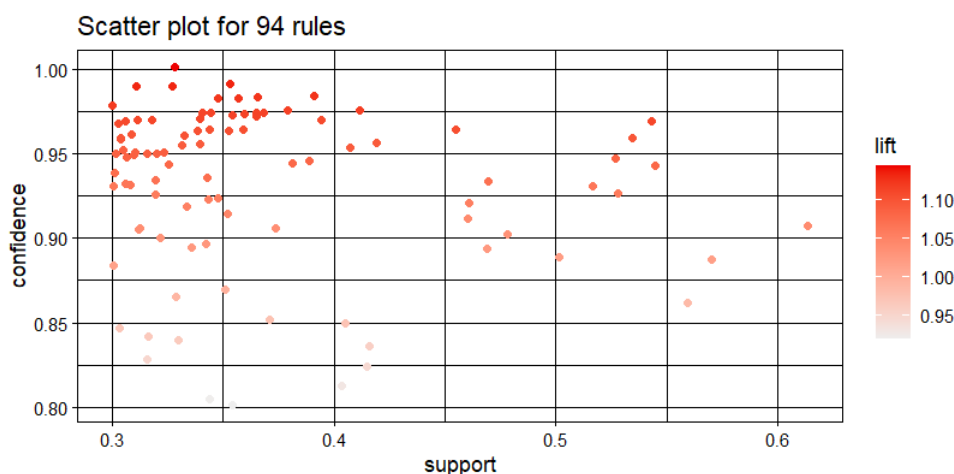


Рисунок 2 – Диаграмма рассеяния ассоциативных правил с положительным результатом в правой части

Найденные ассоциативные правила обладают достаточно необычным набором характеристик в левой части. Например, ни в одном правиле нет взаимосвязи между курением и отдышкой или курением и дисфагией. Хочется отметить, что набор данных для анализа слишком мал и содержит абстрактную информацию. Например, непонятно, о каких аллергиях идёт речь, и в чём конкретно выражалось социальное давление. К тому же, научные исследования не сходятся в одном мнении, склонны ли люди с аллергией к раку лёгких больше или же наоборот меньше.

Итого в статье была рассмотрена реализация алгоритма Apriori на языке R для анализа медицинского набора данных Lung Cancer с числовыми и булевыми значениями, которые были преобразованы в категориальные для дальнейшей работы.

У Apriori есть потенциал применения в медицинской сфере. Алгоритм может находить скрытые закономерности, которые можно использовать для улучшения диагностики, прогнозирования и персонализации лечения. Для этого важно использовать качественные и достоверные наборы данных, а также задавать подходящие пороги ограничений для исследуемого набора.

Другие результаты исследований автора с помощью алгоритма Apriori можно найти в статьях [3–6].

Литература

1. Dhaanyalakshmi Ahuja. Big Data and Data Science / Ahuja Dhaanyalakshmi; Educohack Press. – С. 206–215. – ISBN 9783662493908.
2. Интернет ресурс «Kaggle» [Электронный ресурс] / Lung Cancer. – 2022. – Режим доступа: <https://www.kaggle.com/datasets/mysarahmadbhat/lung-cancer>. – Дата доступа: 30.03.2025.
3. Лянцевич, В. С. Использование алгоритма Apriori для анализа данных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу / В. С. Лянцевич; науч. рук. Н. В. Марковская // Студенческий вестник. – 2024. – Т. Ч.7. – № 42(328). – С. 66–67.
4. Лянцевич, В. С. История создания и разработка алгоритма Apriori / В. С. Лянцевич; науч. рук. Н. В. Марковская // Молодежь и наука XXI века: реалии и перспективы: Междунар. науч.-практ. конф., Астана, 12 апреля 2024 г. – Астана : ИПЦ; Esil University; 2024. – С. 771–772.
5. Лянцевич, В. С. Библиотеки языка Python для анализа данных с помощью алгоритма Apriori / В. С. Лянцевич; науч. рук. Н. В. Марковская // От Альфа к Омеге: сб. материалов XIV Респ. науч.-практ. конф.- конкурса науч.-исслед. работ учащихся

средних, средних спец. учебных заведений и студентов вузов; От Альфа к Омеге; / Гродн. гос. ун-т им. Янки Купалы; гл. ред. А. В. Кузьмич; редкол.: А. В. Кузьмич [и др.]. – Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2024. – С. 71–72.

6. Лянцевич, В. С. Сравнение алгоритма Arjori с другими методами ассоциативного анализа / В. С. Лянцевич; науч. рук. Н. В. Марковская // Актуальные проблемы теории и практики современной экономической науки [Электронный ресурс]: XII междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Гомель, 20 марта 2025 г. / ред. кол. А. К. Костенко. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2025. – С. 215–218.

А. В. Малышко, Е. А. Цыбин
(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

АЛГОРИТМ ПОЛИГА-ХЕЛЛМАНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИСКРЕТНОГО ЛОГАРИФИМИРОВАНИЯ

Проблема дискретного логарифмирования является важной проблемой современной криптографии так, как стойкость различных криптосистем и протоколов зависит от вычислительной сложности решения этой задачи.

Начнём с определения

Пусть G – конечная, циклическая группа ($|G| = n$), а g есть генератор этой группы.

Если $\alpha \in G$ то *дискретным логарифмом* α по основанию g будем называть такой элемент $x \in \mathbb{Z}_n$, что $g^x = \alpha$. Такой x всегда существует вследствие того, что g – генератор группы G .

Задача дискретного логарифмирования: для заданных G , g и α определить значение x .

Цель работы – исследовать алгоритм Полига-Хеллмана для решения задачи дискретного логарифмирования и сделать вывод о возможности использования дискретного логарифма в современных криптосистемах.

Заметим, что вычислительная сложность данной задачи зависит от группы G и операции определённой над группой G . Например, когда G является мультипликативной группой над полем вычетов, то в общем случае эта задача принадлежит классу NP, однако, если G аддитивная группа целых чисел по модулю, то такая задача принадлежит классу P и решается расширенным Евклидом за полиномиальное время.

Данную задачу можно рассматривать относительно различных групп, но в данной статье мы ограничимся полем вычетов $\mathbb{Z}_p$.

Перед описанием самих алгоритмов, опишем один из быстрых методов факторизации числа, так как задача дискретного логарифмирования тесно связана с факторизацией чисел.

Ро-алгоритм Полларда впервые описанный в [1], здесь приведём кратко его суть.

Идея заключается в том, чтобы определить последовательность целых чисел $\{a_i\}_{i=0}^{\infty}$:

$$a_{i+1} = a_i^2 + 1 \mod n$$

где n число, которое необходимо факторизовать. Предполагается, что данная последовательность является псевдо-случайной, а потому имеет какой-то период, в данном случае равный $O(\sqrt{n})$. Более того, последовательность $a_i \mod q$, для некоторого неизвестного множителя числа n имеет длину периода $O(\sqrt{q})$. Отсюда следует, что не-

тривиальный множитель n может быть найден за время $O(\sqrt{q})$, где q – наименьший множитель числа n .

Теперь приступим к решению задачи дискретного логарифмирования.

Одним из алгоритмов решающих данную задачу является алгоритм Полига-Хеллмана впервые описанный в [2], используя разложение порядка группы на простые множители и сведение задачи к более простым задачам, решаемые на основе малой теоремы ферма и свойствах конечной и циклической группы.

Описание алгоритма:

1. Факторизация $p-1$.

$$p-1 = p_1^{u_1} p_2^{u_2} \cdot \dots \cdot p_k^{u_k}, u_i \in N$$

2. Составление системы уравнений (1), которая позволяет свести исходную задачу дискретного логарифмирования к набору подзадач в подгруппах простого порядка.

$$\begin{cases} x_1 \equiv x \pmod{p_1^{u_1}}, \\ x_2 \equiv x \pmod{p_2^{u_2}}, \\ \dots \\ x_k \equiv x \pmod{p_k^{u_k}}. \end{cases}$$

3. Разложение всех x_i в систему счисления p_i , что позволяет в итоге восстановить числа x_i через известные коэффициенты разложения.

$$x_i = \sum_{j=0}^{u_i} c_j p_i^j, c_j \in \mathbb{Z}_p \quad \forall i = \overline{1, k}$$

4. Построим множество, множество корней p_i степени из 1 в поле вычетов $\mathbb{Z}_p$. Данное множество позволит восстанавливать c_j .

$$w = g^{\frac{p-1}{p_i}} \quad W = \{1, w^1, w^2, \dots, w^{p_i-1}\}$$

4.1. Несложными преобразованиями получаем.

$$\alpha^{\frac{p-1}{p_i}} \equiv (g^x)^{\frac{p-1}{p_i}} \equiv g^{(cp_i^{u_i} + x_1) \frac{p-1}{p_i}} \equiv g^{c_0 \frac{p-1}{p_i}} \equiv (g^{\frac{p-1}{p_i}})^{c_0} = w^{c_0} \pmod{p}$$

Используя множество W , восстанавливаем c_0 , т.е. восстановили последний знак x_i в системе счисления p_i .

4.2. Считаем новое α для поиска остальных знаков.

$$\alpha' = \alpha g^{-c_0}$$

Далее делаем аналогичный 4 шагу с новыми параметрами. Возводим α в степень $\frac{p-1}{p_i}$, что позволяет однозначно определить c_1 с помощью того же множества W .

$$(\alpha')^{\frac{p-1}{p_i^2}} \equiv (g^{\frac{p-1}{p_i}})^{c_1} \equiv w^{c_1} \pmod{p}$$

Используя новое множество W , восстанавливаем c_1 , т. е. восстановили предпоследний последний знак x_i в системе счисления p_i .

Повторяя такие шаги u_i раз мы полностью восстанавливаем x_i .

Выполнив этот алгоритм для всех x_i мы полностью восстанавливаем систему (1), за исключением искомого x . Но его найдем, используя китайскую теорему об остатках. Так как все p_i взаимно просты, решение существует и единственно в пределах $0 \leq x \leq p-1$. Таким образом, мы решили задачу дискретного логарифма.

В общем случае при использовании ускоренных методов сложность алгоритма оценивается как

$$O\left(\sum_{i=1}^k u_i (\sqrt{p_i} + \log(p))\right).$$

Вывод

Как следует из приведённых результатов, вычислительная сложность задачи дискретного логарифмирования критически зависит от задач факторизации больших чисел и нахождения определённого корня в поле вычетов, что в свою очередь зависит от алгебраической структуры группы. В общем случае, как показал Виктор Шуп в [3], нижняя оценка сложности составляет $\Omega(\sqrt{p})$, где p – это порядок группы, что делает её устойчивой основой для многих криптосистем. Однако в группах с дополнительной арифметической структурой, таких как мультипликативные группы конечных полей, существуют суб-экспоненциальные методы (например, индексное исчисление) существенно снижают криптографическую стойкость. Любая неучтенная алгебраическая особенность может стать фатальной уязвимостью, сводящей на нет всю предполагаемую стойкость.

Литература

1. Pollard, J. M. Monte Carlo methods for index computation (mod p) [Electronic resource] / J. M. Pollard // Mathematics of Computation. – 1978. Mode of access : <https://www.ams.org/journals/mcom/1978-32-143/S0025-5718-1978-0491431-9/S0025-5718-1978-0491431-9.pdf>. – Date of access : 24.03.2025.
2. Hellman, M. E., Pohlig S. C. An improved algorithm for computing logarithms over GF(p) and its cryptographic significance [Electronic resource] / M. E. Hellman, S. C. Pohlig // IEEE Transactions on Information Theory. – 1978. Mode of access : <https://ee.stanford.edu/~hellman/publications/28.pdf>. – Date of access : 24.03.2025.
3. Shoup, V. Lower bounds for discrete logarithms and related problems [Electronic resource] / V. Shoup // Advances in Cryptology – EUROCRYPT'97: Proceedings of the International Conference on the Theory and Application of Cryptographic Techniques / ed. by W. Fumy. – Berlin, Heidelberg – Mode of access : https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-69053-0_18. – Date of access : 25.03.2025.

А. Д. Маркелов
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРИЛОЖЕНИЯ «ИНТЕРАКТИВНАЯ ДОСКА». ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ SFML

Разработка современных приложений, особенно тех, которые требуют высокой производительности и интерактивности, часто сталкивается с необходимостью эффективного управления ресурсами и обеспечения плавной работы интерфейса. В этом контексте использование библиотеки SFML (Simple and Fast Multimedia Library) и многопоточного программирования предоставляет значительные преимущества.

SFML – это мощная библиотека, которая упрощает работу с графикой, аудио и вводом данных, обеспечивая при этом высокую производительность. Одним из ключевых преимуществ SFML является её кроссплатформенность. Библиотека поддерживает Windows, macOS и Linux, что позволяет разрабатывать приложения, доступные для широкой аудитории пользователей. Это особенно важно для проектов, которые должны работать на различных операционных системах без необходимости значительных изменений в коде.

SFML также предоставляет низкоуровневый доступ к графике, что позволяет реализовывать сложные элементы, такие как анимации, диаграммы и другие визуальные эффекты. Это делает библиотеку идеальным выбором для приложений, где важна визуализация данных и интерактивность. Встроенные возможности для работы с мультимедиа, такие как воспроизведение аудио и видео, расширяют функциональность приложения, делая его более универсальным.

Многопоточное программирование играет ключевую роль в обеспечении производительности и отзывчивости приложения. В интерактивных приложениях, таких как «Интерактивная доска», множество элементов интерфейса (кнопки, диаграммы, анимации) должны обновляться одновременно без задержек. Многопоточность позволяет распределять задачи между несколькими потоками, что предотвращает блокировку основного потока приложения и обеспечивает плавную работу интерфейса.

Асинхронные операции и параллельное программирование также повышают масштабируемость приложения. Это особенно важно при работе с большими объемами данных или при высокой нагрузке, когда необходимо эффективно использовать ресурсы системы. Например, в многопользовательских приложениях, где множество пользователей взаимодействуют с интерфейсом одновременно, многопоточность позволяет обрабатывать действия каждого пользователя независимо, что минимизирует задержки и улучшает общий пользовательский опыт.

Использование SFML и многопоточного программирования в совокупности создает мощную основу для разработки высокопроизводительных и интерактивных приложений. Эти технологии обеспечивают не только высокую скорость работы и кроссплатформенность, но и возможность реализации сложных визуальных элементов и эффективного управления ресурсами системы.

А. А. Марковец
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **В. А. Дробышевский**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-МАГАЗИНА ДЛЯ ПРОДАЖИ КОМПЬЮТЕРОВ И ИХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ

В современных условиях автоматизация торговли становится важной частью эффективного ведения бизнеса. Проект направлен на разработку онлайн-магазина для продажи компьютеров и комплектующих, что является актуальной задачей в контексте цифровой трансформации и растущего спроса на удобные сервисы для заказа электроники.

Основной целью проекта является создание удобного веб-приложения, которое позволяет:

- пользователю собирать собственный ПК из предложенных комплектующих;
- приобретать готовые системы, протестированные и настроенные под потребности клиента.

Для реализации поставленной задачи разработан веб-сайт, включающий следующие основные функциональные возможности:

1. Каталог товаров с возможностью фильтрации по ключевым параметрам (цена, производительность, бренд).
2. Система поиска, обеспечивающая быстрый доступ к нужным комплектующим или готовым системам.
3. Функционал сборки ПК: пользователь может подобрать комплектующие, проверив их совместимость.
4. Корзина и оформление заказа, включая интеграцию с популярными платежными системами.

Техническая реализация проекта основана на использовании современных технологий:

- Frontend: React.js для создания динамичного пользовательского интерфейса;
- Backend: Node.js с использованием Express.js для обработки запросов и бизнес-логики;
- База данных: MongoDB, обеспечивающая гибкость хранения данных и высокую производительность.

Ключевыми этапами работы стали:

1. Проектирование структуры базы данных, включающей информацию о товарах, заказах и пользователях.
2. Реализация пользовательского интерфейса и основных модулей системы.
3. Тестирование функциональности сайта, включая проверку работы фильтров, поиска и системы оплаты.

Проведенные тестирования подтвердили стабильность работы приложения, его способность выдерживать длительные нагрузки и корректность выполнения операций.

Реализация данного проекта позволит автоматизировать процессы продажи и сборки ПК, повысить удобство взаимодействия клиентов с владельцем сайта и обеспечить рост эффективности бизнеса за счет внедрения современных IT-решений.

Инструменты и технологии проекта: обоснование выбора.

Для реализации онлайн-магазина комплектующих ПК были выбраны следующие технологии. Их выбор обусловлен требованиями к производительности, масштабируемости, безопасности и удобству разработки.

Frontend: React.js – выбран за:

- компонентный подход (например, отдельные компоненты для `ProductCard`, `Cart`, `PCBuilder`);
- быстрое обновление интерфейса при изменении корзины или фильтрации;
- готовые решения для маршрутизации (`React Router`).

Backend: Node.js + Express – преимущества:

- обработка до 1000 одновременных пользователей (требование ТЗ);
- простая реализация API для каталога и заказов.

JavaScript

```
// Пример маршрута для товаров
app.get('/api/products', async (req, res) => {
  const products = await Product.find();
  res.json(products);
});
```

База данных: MongoDB – почему:

- Гибкая структура для разных типов комплектующих

```
json
{ "name": "Core i7-12700K",
  "type": "processor",
  "specs": {
    "socket": "LGA1700",
    "cores" : 12 }}

```

Дополнительно:

- Redux – хранение состояния корзины и сборки ПК;
- JWT – безопасная авторизация;
- Stripe API – прием платежей (требование ТЗ).

Выбор основан на требованиях к производительности, безопасности и удобству разработки. Выбранные технологии обеспечивают:

- производительность: асинхронная обработка запросов (Node.js) и виртуальный DOM (React);
- безопасность: JWT для аутентификации, валидация данных на сервере;
- масштабируемость: горизонтальное масштабирование MongoDB и балансировка нагрузки в Node.js;
- удобство разработки: единый язык (JavaScript) для фронтенда и бэкенда.

Этот стек позволяет реализовать все требования из технического задания, включая конфигуратор ПК, фильтрацию товаров и интеграцию с платежными системами. Для дипломной работы важно подчеркнуть, что выбор технологий был сделан на основе анализа современных трендов и конкретных задач проекта.

Ю. Н. Машук

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОСМОТРА RSS ЛЕНТЫ НОВОСТЕЙ

Разработка приложений для мобильных устройств – это процесс, при котором приложения разрабатываются для небольших портативных устройств, таких, как КПК, смартфоны или сотовые телефоны. Эти приложения могут быть предустановлены на устройство в процессе производства, загружены пользователем с помощью различных платформ для распространения ПО или являться веб-приложениями.

RSS-лента – это формат для синдикации веб-контента. С помощью RSS-ленты пользователи могут получать обновления и новости от различных сайтов в одном месте. RSS-лента содержит краткое описание новой информации и ссылку на источник, где эту информацию можно прочитать полностью [1].

Цель курсового проекта – разработка мобильного приложения для просмотра Rss-ленты новостей на базе мобильной операционной системы Android с использованием языка программирования Kotlin.

Реализацию архитектуры приложения было принято сделать на основе паттерна проектирования MVVM (рисунок 1). Он имеет ряд весомых преимуществ, по сравнению с другими архитектурными паттернами. Он четко разделяет все на три компонента. Это делает код модульным, а потому тестировать его становится легче.



Рассмотрим варианты использования системы «мобильное приложение для просмотра rss ленты новостей» конкретным прецедентом – пользователем. Для этого напомним описательную спецификацию для прецедента. Описательная спецификация прецедента пользователь представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Описательная спецификация прецедента

Раздел	Описание
Краткое описание	Пользователь взаимодействует с приложением, просматривает новости и добавляет их в прочитанные, интересными событиями делится в сторонних приложениях
Субъекты	Пользователь
Предусловия	Пользователь может взаимодействовать с приложением, при условии, что приложению работает исправно, WebService получает информацию из rss.xml канала и загружает её в базу данных
Основной поток	Пользователь запускает приложение и обновляет ленту. WebService подгружает новые новости из rss канала и записывает в базу данных для отображения. Пользователь ознакомливается с появившимися новостями и ставит отметку о прочтении. Делится несколькими со знакомыми путём отправки им ссылки в сторонних приложениях
Альтернативный поток	В канале не появилось новых новостей за время отсутствия пользователя. Тогда пользователь может просмотреть ранее добавленные новости или покинуть приложение
Постусловия	Пользователь ознакомлен с новостями

Декомпозиция — это разделение целого на части. В менеджменте под ней подразумевается разбиение сложной цели на простые, которые удобнее оценить и выполнить.

Схема уровней декомпозиции проекта представлена на рисунке 3. Она представляет собой разбиение сложной структура проекта на более простые последовательные операции, приводящие к выполнению поставленной задачи от пользователя. В случае данного проекта, основополагающей задачей является получение свежей новости из rss-канала.

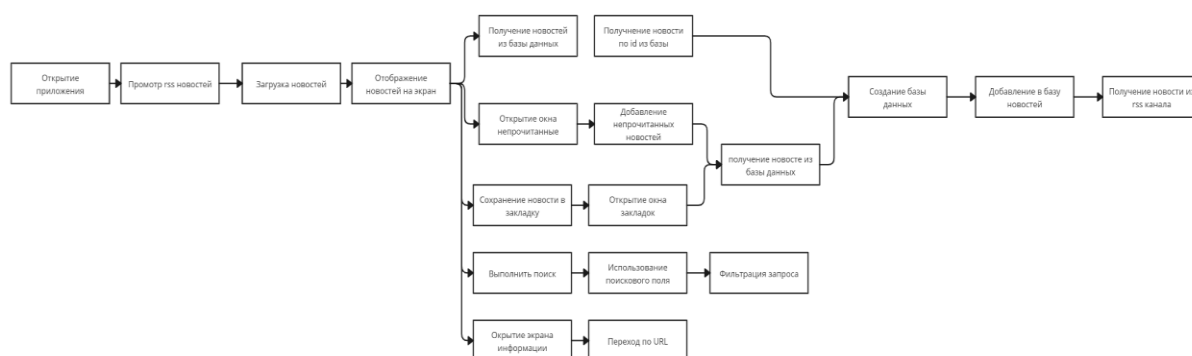


Рисунок 3 – Схема уровней декомпозиции проекта

Дизайн приложения (UI) интуитивно понятен. В нижней панели располагаются кнопки для смены окон. Сами новости можно прочитать, оставив соответствующую отметку, поделиться и добавить в закладки. Дизайн приложения представлен на рисунке 4.

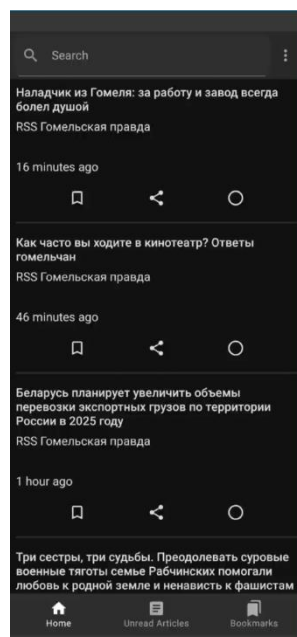


Рисунок 4 – Главный экран приложения

Во время выполнения проекта было разработано мобильное приложение по просмотру rss ленты новостей. Благодаря этому можно своевременно узнать какие статьи вышли на данный момент в RSS канале гомельской правды и ознакомиться с ними на сайте.

Литература

1. Unisender [Электронный ресурс]. – URL: <https://gusarov-group.by/chto-takoe-rss-lenta-kak-ee-podklyuchit/>. – Дата доступа : 28.03.2025.
2. Пирская, Л. В. Разработка мобильных приложений в среде Android Studio : учебное пособие / Л. В. Пирская. Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. – 123 с. – Дата доступа : 28.03.2025.

И. И. Митин

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **И. Б. Просвирина**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ «РЕАЛИЗАЦИЯ АТАК НА КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ: РАБИНА, ВИЖЕНЕРА И ДИФФИ-ХЕЛЛМАНА» ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Современный мир трудно представить без технологий. Они все больше и больше охватывают нашу повседневную жизнь, и сфера образования не остается в стороне. Стимулом для ее развития стали стремительное развитие дистанционных платформ и появление тяжелых инфекций, передающиеся воздушно-капельным путем.

Программный обучающий комплекс является полезным инструментом для обучения, позволяя структурировать учебный материал на блоки с теоретическим и практическим содержанием (рисунок 1). Данный инструмент разработан с помощью языка программирования Python и веб-фреймворка Flask, что упрощает освоение сложных алгоритмов, предоставляя удобный веб-интерфейс.

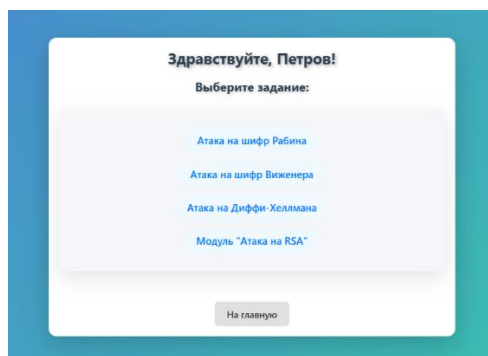


Рисунок 1 – Общий вид модуля

Криптосистема Рабина – это асимметричная схема шифрования, безопасность которой основана на сложности вычисления квадратных корней по модулю составного числа. Как и RSA, она использует открытый и закрытый ключи, а её стойкость зависит от трудности факторизации больших чисел. Главным недостатком является наличие четырёх возможных вариантов расшифровки, из которых нужно выбрать верный.

Криптосистема Рабина уязвима к атакам факторизации. Зная простые множители p и q модуля n , злоумышленник может восстановить исходное сообщение, применяя китайскую теорему об остатках.

Рассмотрим каждый шаг атаки Рабина подробно для улучшения понимания атаки. Первым шагом является использование алгоритма Полларда для нахождения фактора.

Алгоритм Полларда — это метод для нахождения хотя бы одного нетривиального делителя числа n . Алгоритм Полларда основан на идее генерации последовательности чисел по модулю n с использованием случайной функции. Обычно используется функция, которая имеет вид:

$$f(x) = (x^2 + 1) \bmod n.$$

Суть метода заключается в генерации последовательности, поиска цикла и нахождении делителя. Сначала стартуем с некоторого числа x_0 , которое выбирается случайным образом, и создаем последовательность чисел $x_1, x_2, x_3, \dots$, где:

$$x_{(i+1)} = (x_i^2 + 1) \bmod n.$$

Последовательность x_i и x_j по модулю n конечна, в ней рано или поздно возникнет повторение $x_i = x_j$ при $i \neq j$. Алгоритм Полларда использует это, чтобы найти разность, кратную простому делителю n .

После того как были найдены два одинаковых элемента, например, x_i и x_j , можно вычислить разницу

$$d = \gcd(x_i - x_j, n)$$

Если $d > 1$, то d будет делителем n . Если $d = 1$, значит метод не сработал, и нужно будет попробовать использовать другие стартовые точки или модификации функции.

Далее необходимо решить систему уравнений, где используются квадратичные корни по модулю p и q , чтобы восстановить возможные значения открытого текста. Это достигается с помощью уравнений вида

$$u^2 + 3u = C \bmod p$$

и аналогичного уравнения для q , где C – это зашифрованное сообщение.

На рисунке 2 представлена реализация решения данной системы уравнений.

```
def solve_equation_q(C, B, q, fastpow_func):
    B2 = B * B
    INV_4 = fastpow_func(4, q - 2, q)
    d = (C + INV_4 * B2) % q
    k = (q + 1) // 4
    y3 = fastpow_func(d, k, q)
    y4 = q - y3

    INV_2 = fastpow_func(2, q - 2, q)
    v1 = y3 - (INV_2 * B)
    v2 = y4 - (INV_2 * B)

    return v1, v2, y3, y4

u1, u2, y1, y2 = solve_equation(c, B, p, fastpow)
v1, v2, y3, y4 = solve_equation_q(c, B, q, fastpow)
```

Рисунок 2 – Реализация решения системы уравнений

Зная решения для p и q , можно использовать теорему китайских остатков (CRT), чтобы восстановить общее решение системы (рисунок 3). Это позволяет находить возможные значения открытого текста, комбинируя решения для p и q .

```
def compute_solutions(a, b, u1, u2, v1, v2, n):
    x1 = (a * u1 + v1 * b) % n
    x2 = (a * u1 + v2 * b) % n
    x3 = (a * u2 + v1 * b) % n
    x4 = (a * u2 + v2 * b) % n
    return x1, x2, x3, x4

solutions = compute_solutions(a, b, u1, u2, v1, v2, n)
```

Рисунок 3 – Четыре возможных решения открытого текста с использованием CRT

Шифр Виженера – это метод шифрования с использованием нескольких алфавитов, при котором одна и та же буква может кодироваться различными способами в зависимости от применяемого ключа. Слабым его местом является повторяемость ключевой последовательности. Атака с помощью индекса совпадений (IC, Index of Coincidence) нужна для определения длины ключа, сравнивая частоту появления символов в зашифрованном тексте с естественной частотностью букв в языке. После того, как была найдена длина ключа, текст разбивается на группы, каждая из которых зашифрована отдельным символом ключа, а после применяется частотный анализ для их расшифровки. Код данной атаки представлен на рисунке 4.

Протокол Диффи-Хеллмана – это протокол, обеспечивающий безопасный обмен ключами на основе трудности вычисления дискретного логарифма, а именно нахождение a из формулы представленной ниже.

$$A = g^a \bmod p.$$

Реализована атака перебором x , удовлетворяющая условиям:

$$g^x \equiv A \bmod p$$

$$g^x \equiv B \bmod p.$$

```

EN_IC = 0.067 # индекс совпадений для английского текста
def _ic(letter_counts):
    numerator = sum([letter_counts[l] * (letter_counts[l] - 1) for l in string.ascii_uppercase])
    text_size = sum(occurrences for occurrences in letter_counts.values())
    denominator = text_size * (text_size - 1)
    return numerator / denominator
def find_key_length(cyphertext, max_key_len):
    min_diff = sys.maxsize
    key_len = 0
    for candidate_length in range(1, max_key_len + 1):
        groups = get_blocks(text=cyphertext, size=candidate_length)
        columns = get_columns(groups)
        ics = [_ic(letter_counts=get_letter_counts(text=column)) for column in columns]
        delta_bar_ic = sum(ics) / len(ics)
        if EN_IC - delta_bar_ic < min_diff:
            min_diff = EN_IC - delta_bar_ic
            key_len = candidate_length
    return key_len
def get_letter_counts(text):
    text_upper = text.upper()
    letter_counts = {}
    for index, letter in enumerate(string.ascii_uppercase):
        letter_counts[letter] = text_upper.count(letter)
    return letter_counts
def get_blocks(text, size):
    return [text[i:i + size] for i in range(0, len(text), size)]
def get_columns(blocks):
    max_length = max(len(block) for block in blocks)
    padded_blocks = [block.ljust(max_length, ' ') for block in blocks]
    columns = [''.join(block[i] for block in padded_blocks) for i in range(max_length)]
    return columns
cyphertext = "PZEPHCIZYOVMBAPGIDLZMQEMAOCTROHGSAXLYAIVUWMLCFHKKZZDZCFZHWQAQOTTZZEL..."
key_length = find_key_length(cyphertext, 8)
print(f"Найденная длина ключа: {key_length}")

```

Рисунок 4 – Код атаки на шифр Виженера с использованием индекса совпадений

Далее происходит вычисление общего ключа

$$k = B^a \bmod p.$$

Применение данного метода возможно только при малых p по причине высокой сложности $O(p)$. [1]

Литература

1. Протокол Диффи-Хеллмана [Электронный ресурс]. – Режим доступа : **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки..** – Дата доступа: 27.03.2025.

Н. С. Михаленко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CSRF-ТОКЕНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

CSRF-токены – это случайные строки символов, которые генерируются сервером и отправляются клиенту, обычно в виде скрытых полей формы или HTTP-заголовков. Клиент затем возвращает этот токен с каждым последующим запросом к тому же серверу, а сервер проверяет, совпадает ли он с выданным ранее. Таким образом, сервер может убедиться, что запрос является подлинным и не был подделан злоумышленником. CSRF-токены также называют anti-CSRF-токенами, синхронизирующими токенами или токенами состояния.

CSRF-токены защищают web-приложения от атак CSRF. Такая атака может позволить злоумышленнику украсть деньги со счета пользователя, изменить его электронную почту или пароль, а также опубликовать вредоносный контент от его имени.

CSRF-токены уникальны для каждой сессии и запроса. Данный факт делает невозможным его повторное использование. Также CSRF-токены помогают web-приложениям соответствовать стандартам безопасности и нормативным требованиям, таким как OWASP Top 10 и GDPR.

Генерация и хранение CSRF-токенов требует учета особенностей web-фреймворка и архитектуры приложения. Один из распространенных методов – использование криптографически безопасного генератора случайных чисел (RNG) для создания токена и хранения его в переменной сессии на стороне сервера. Однако этот метод может быть неэффективен для бесстатичных или распределенных приложений, так как требует управления сессиями.

Альтернативный вариант – использование HMAC (код аутентификации сообщений на основе хэша) для генерации токена и его хранения в cookie на стороне клиента. Этот метод масштабируемый и эффективный, но требует секретного ключа. Однако данный метод делает сайт уязвимым для атаки с перехватом и подделкой cookie.

Еще один подход – использование случайного одноразового значения, которое сохраняется в скрытом поле формы на стороне клиента. Этот метод гибкий и совместимый с разными архитектурами, но требует генерации нового токена для каждой формы. Он также может быть уязвим для межсайтового скриптинга, если злоумышленник внедрит вредоносный код в страницу. Выбор подходящего метода зависит от архитектуры приложения, его уровня безопасности и потребностей в масштабируемости.

Чтобы сделать токен недействительным, сервер должен удалять или перезаписывать его на стороне клиента или сервера, в зависимости от метода хранения. Аннулирование токена должно происходить при выходе пользователя из системы, изменении пароля или выполнении чувствительных действий. В случае использования токенов с ограниченным временем действия, сервер должен автоматически генерировать новый токен при истечении срока.

Если CSRF-токен истек или стал недействительным, система должна автоматически обновлять страницу или перенаправлять пользователя на страницу подтверждения. Также стоит предусмотреть возможность повторной отправки запроса без потери введенных данных. Следует применять токены только там, где они действительно необходимы: для POST, PUT, DELETE и других запросов, изменяющих состояние.

CSRF-токены не помогут, если сайт подвержен XSS-атакам. Злоумышленник может внедрить скрипт, который украдет CSRF-токен и отправит запрос от имени пользователя. Поэтому важно использовать CSRF-токены вместе с защитой от XSS, такой как Content Security Policy (CSP) и HTTPOnly cookie.

В некоторых случаях SameSite-флаг в cookie может быть альтернативой CSRF-токенам. Установка SameSite=Strict или SameSite=Lax позволяет браузеру автоматически блокировать кросс-сайтовые запросы, что в свою очередь позволяет повысить безопасность web-приложения и защитить его от атак CSRF, обеспечивая при этом удобство использования.

А. Д. Михальков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. В. Воруев**, канд. техн. наук, доцент

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА FLUTTER

Flutter – это современный фреймворк для кроссплатформенной разработки, который позволяет создавать мобильные приложения сразу для Android и iOS с использованием

одного кода. Это делает процесс разработки более быстрым и экономичным, так как нет необходимости поддерживать две отдельные кодовые базы.

Одним из главных преимуществ Flutter [1] является высокая производительность. В отличие от многих других кроссплатформенных решений, он использует собственный движок рендеринга и компилируется в машинный код, что обеспечивает плавность анимации и быстрое действие, близкое к нативному. Благодаря этому приложения на Flutter работают быстро и стабильно даже на слабых устройствах.

Еще одно важное преимущество – гибкость интерфейса. В Flutter используется концепция виджетов, которые легко комбинировать и настраивать. Это позволяет создавать красивые и уникальные пользовательские интерфейсы без ограничений, которые могут возникать в нативных решениях. Более того, внешний вид приложения остается одинаковым на всех устройствах, независимо от версии операционной системы.

Flutter также поддерживает функцию Hot Reload, которая значительно ускоряет процесс разработки. Разработчики могут мгновенно видеть изменения в коде без необходимости пересобирать и перезапускать приложение. Это особенно полезно при создании пользовательских интерфейсов и исправлении ошибок.

Еще одним преимуществом является хорошая интеграция с Firebase. Это облегчает добавление таких функций, как аутентификация пользователей, облачное хранение данных, push-уведомления и аналитика. Благодаря этому Flutter особенно популярен среди стартапов и небольших команд, которым важно быстро выпустить продукт на рынок.

Однако у Flutter есть и недостатки. Одним из них является увеличенный размер приложений по сравнению с нативными решениями. Это связано с тем, что Flutter содержит собственный движок рендеринга, который делает приложения тяжелее.

Кроме того, при работе с некоторыми нативными функциями, такими как камера, Bluetooth или геолокация, может потребоваться писать код на Swift или Kotlin. Это усложняет разработку, особенно если у команды нет опыта работы с нативными языками.

Еще один возможный минус – задержки в поддержке новых версий iOS и Android. После выхода обновлений операционных систем может потребоваться время, чтобы Flutter адаптировался к новым изменениям.

Несмотря на эти недостатки, Flutter остается одним из лучших инструментов для создания мобильных приложений благодаря своей скорости, удобству и кроссплатформенности.

Литература

1. Официальная документация для Flutter. [Электронный ресурс]. – URL: <https://flutter.dev>. – (дата обращения : 29.03.2025).

В. В. Невзоров, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

ВОЗМОЖНОСТИ ANGULAR MATERIAL ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНЫХ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ

Angular Material представляет собой библиотеку компонентов для фреймворка Angular, разработанную компанией Google в соответствии с принципами Material Design. Библиотека предлагает готовые, стилизованные и адаптивные элементы пользовательского интерфейса, что значительно ускоряет процесс разработки веб-приложений. Благодаря глубокой интеграции с Angular, компоненты Angular Material легко внедряются в проекты,

обеспечивая единообразие дизайна и соблюдение современных стандартов доступности, таких как поддержка ARIA-атрибутов и клавиатурной навигации.

В Angular Material входят десятки предварительно настроенных компонентов. Каждый компонент оптимизирован для работы на различных устройствах, автоматически адаптируясь под мобильные и десктопные приложения, что избавляет разработчиков от необходимости писать дополнительные медиа-запросы. Важным преимуществом библиотеки является её темизация: используя SCSS, можно настраивать цвета, шрифты, отступы и другие параметры, создавая уникальный дизайн, соответствующий бренду. Предустановленные светлые и тёмные темы служат основой для кастомизации, а инструменты Angular CLI упрощают компиляцию стилей.

Интеграция с Angular CDK расширяет возможности Angular Material, предоставляя низкоуровневые инструменты для реализации сложных сценариев, таких как drag-and-drop, виртуальный скроллинг или динамические анимации. Это позволяет комбинировать готовые компоненты с кастомной логикой, что особенно полезно при создании специализированных интерфейсов.

Использование Angular Material сокращает время разработки за счёт минимизации ручного кодирования стандартных элементов. Библиотека обеспечивает кроссбраузерную совместимость и соответствие актуальным веб-стандартам, что снижает риски ошибок. Кроме того, активное сообщество и подробная документация с примерами кода упрощают обучение и решение типовых задач.

Р. С. Ничипорук

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ПО ПРОТОКОЛУ IPV6 ПРОВАЙДЕРА БЕЛТЕЛЕКОМ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ГРОДНО

С развитием интернета и увеличением количества устройств протокол IPv6 становится всё более востребованным. Однако переход на IPv6 сопровождается новыми вызовами в области кибербезопасности, особенно в условиях городской инфраструктуры. В связи с этим, разработка системы безопасности для подключения по протоколу IPv6 в условиях города Гродно является актуальной задачей.

Цель работы – разработка и внедрение системы безопасности для защиты пользователей и сетевой инфраструктуры провайдера Белтелеком при подключении по IPv6. Для этого необходимо решить следующие задачи: анализ угроз и уязвимостей IPv6, исследование инфраструктуры Белтелеком в Гродно, разработка механизмов защиты от атак (spoofing, DoS), создание системы мониторинга и фильтрации трафика на основе IPv6.

Подход основан на комплексном анализе особенностей IPv6, включая его архитектуру, маршрутизацию и автоконфигурацию, а также на изучении современных угроз безопасности. Учитываются специфические требования городской инфраструктуры, такие как высокая плотность подключений и разнообразие устройств.

В работе используются современные методы и технологии: анализ трафика с помощью Wireshark и Nmap, шифрование данных (IPSec), межсетевые экраны и системы предотвращения вторжений (IPS).

Основные результаты: разработана система безопасности для защиты пользователей и инфраструктуры Белтелеком, предложены механизмы защиты от атак, создана система мониторинга и фильтрации трафика на основе IPv6.

В перспективе планируется интеграция облачных решений, использование искусственного интеллекта для анализа угроз и применение новых криптографических стандартов в среде IPv6.

Таким образом, работа подтверждает необходимость комплексного подхода к безопасности в сетях IPv6 и открывает новые возможности для совершенствования защиты в условиях цифровизации.

П. Е. Новоженцев

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. В. Рафалова**, ст. преподаватель

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ОБРАБОТКЕ И АНАЛИЗУ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ

Объем данных, доступных для анализа, растет с каждым днем. Они поступают из различных источников: веб-сайтов, систем мониторинга, журналов логов, датчиков, корпоративных баз данных. Однако сами по себе данные бесполезны, если их не обрабатывать и не представить в удобном виде. Прежде чем извлекать из них ценную информацию, необходимо пройти несколько ключевых этапов: очистку, трансформацию, загрузку в хранилища и последующую визуализацию [1].

На первом этапе работы с данными возникает одна из главных проблем – разрозненность источников и отсутствие единого формата. Например, одни данные могут храниться в виде таблиц Excel, другие – в файлах JSON, третьи – поступать из веб-API или логов серверов. Более того, внутри одного источника могут быть разночтения: даты записаны в разных форматах, в числовых значениях используются разделители, а в некоторых ячейках встречаются пропущенные значения.

Перед тем как данные попадут в хранилище или систему аналитики, их необходимо очистить. Этот процесс включает несколько этапов:

- обнаружение и удаление дубликатов. Если данные поступают из разных источников, возможны ситуации, когда одни и те же записи повторяются. Дубликаты искажают анализ, поэтому их необходимо удалять;
- обработка пропущенных значений. Например, если в таблице измерений уровней шума отсутствуют данные за определенные дни, можно либо заполнить их средними значениями, либо отметить их как «неопределенные» (NaN);
- приведение форматов к единому виду. Это может касаться дат (например, 01.02.2024 и 2024-02-01), числовых значений (1000,50 и 1 000.50), единиц измерения (кг и граммы).

Автоматизация этих процессов возможна с помощью языков программирования (Python, SQL) или специализированных ETL-инструментов, таких как Apache NiFi и Airflow.

Одним из ключевых этапов подготовки данных являются процессы ETL (Extract, Transform, Load – извлечение, трансформация, загрузка). Это последовательность действий, которая помогает превратить сырые данные в пригодные для анализа.

Извлечение данных. Данные загружаются из различных источников: API, файловых систем, баз данных. Например, в случае мониторинга уровня шума можно получать данные от датчиков, установленных в разных точках города.

Трансформация. Данные очищаются, нормализуются и объединяются. Например, можно привести все измерения к единому формату (децибелы), удалить выбросы и добавить дополнительные параметры (например, уровень загруженности дорог, если шум измеряется в городской среде).

Загрузка. Подготовленные данные отправляются в хранилище, откуда их можно будет извлекать для аналитики.

После очистки и трансформации данные должны храниться в одном из вариантов хранилища. Существует несколько вариантов: реляционные базы данных (PostgreSQL, MySQL, SQLite), используются для структурированных данных; хранилища данных (Data Warehouse, DWH), такие как Snowflake или Google BigQuery, предназначены для анализа больших объемов информации, позволяют быстро выполнять сложные запросы, агрегировать данные и строить отчеты; озера данных (Data Lake) используются, если необходимо хранить сырые, неструктурированные данные, которые могут быть полезны в будущем (логи работы сети или неочищенные данные с датчиков).

Выбор хранилища зависит от целей проекта: если важна скорость аналитики – предпочтителен DWH, если нужно просто сохранить большой объем данных для возможного использования в будущем — Data Lake. При регулярном обновлении данных важно минимизировать ручной труд. Для этого можно использовать автоматизированные пайплайны:

- Apache Airflow позволяет настраивать сложные процессы обработки данных с возможностью планирования. Например, можно автоматически загружать новые данные каждое утро и обрабатывать их перед загрузкой в хранилище;
- Data Build Tool (dbt) помогает создавать модели данных, упрощая аналитику;
- Power Automate и скрипты на Python позволяют автоматизировать мелкие рутинные задачи, например, загрузку Excel-файлов в базу.

После того как данные подготовлены, их можно анализировать и визуализировать. Необходимо учитывать, что графики должны быть понятными, без перегрузки лишними деталями. Также информация должна быть структурирована, группировка данных должна подчеркивать основные закономерности. Значительный вес имеет выбор правильного типа визуализации. Для временных рядов лучше всего подходят линейные графики, для сравнения категорий – столбчатые диаграммы, для представления состава – круговые диаграммы.

Инструменты для визуализации:

- Power BI – инструмент для построения интерактивных дашбордов;
- Tableau – альтернатива Power BI с расширенными возможностями аналитики;
- Python (Matplotlib, Seaborn, Plotly) – для кастомных графиков и интерактивных визуализаций.

Обработка данных – сложный, но важный процесс, позволяющий превращать хаотичные информационные потоки в ценные инсайты. Современные методы ETL, автоматизированные пайплайны и удобные инструменты визуализации помогают упростить этот процесс, обеспечивая высокую точность и доступность информации.

Литература

1. Новоженцев, П. Е. Разработка программы для сбора и систематизации информации с последующей визуализацией средствами POWER BI / П. Е. Новоженцев, А. С. Руденков // Сборник материалов XII Республиканской научной конференция студентов, магистрантов и аспирантов, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Максименко Николая Васильевича – «Актуальные вопросы физики и техники», Гомель. – 2023. – Часть № 1. – С. 430–433.

Н. Н. Одиноченко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ НА PHP

Развитие электронной коммерции требует создания современных, надежных и функциональных интернет-магазинов. В данной работе рассматривается процесс разработки серверной части интернет-магазина спортивной одежды с использованием PHP и реляционной базы данных MySQL. Основной целью проекта является обеспечение стабильной работы веб-приложения, эффективного управления данными и реализации базового и расширенного функционала интернет-магазина.

В рамках исследования был проведен анализ технологий и инструментов для серверной разработки. Основным языком программирования – PHP – выбран благодаря его широкому распространению, наличию большого количества библиотек и фреймворков, а также поддержке объектно-ориентированного программирования. Для хранения данных используется MySQL, что обеспечивает надежность и удобство работы с данными каталога товаров, заказов и пользователей.

В ходе реализации проекта особое внимание уделено архитектуре web-приложения. Разработан модуль авторизации пользователей с использованием хеширования паролей, реализована система управления заказами и товарным каталогом. Для взаимодействия между клиентской и серверной частью применен REST API, обеспечивающий быстрый обмен данными. Также проведены тестирования производительности и безопасности, направленные на защиту данных пользователей и предотвращение SQL-инъекций.

Таким образом, данная работа демонстрирует принципы разработки серверной части интернет-магазина на PHP, подчеркивает важность архитектурного подхода и безопасности данных, а также описывает ключевые этапы реализации проекта.

Д. А. Панковец
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **О. Р. Мысливец**, ст. преподаватель

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ OSINT ДЛЯ ПОИСКА ИДЕНТИФИКАТОРОВ ДОМЕНА

В современном мире с доменной инфраструктурой и веб-ресурсами связано большое количество угроз как для информационной инфраструктуры, так и для ее пользователей. К первой группе угроз можно отнести фишинговые атаки, компрометации домена, атаки на сертификаты, подделывание запросов и инъекции, а ко второй группе – мошенничество и утечки персональных данных. Одним из путей противодействия таким угрозам является методология OSINT (Open-Source Intelligence, разведка по открытым источникам), которая подразумевает под собой мониторинг, сбор и анализ информации из общедоступных источников.

С учетом приведенного выше определения методологии OSINT, следует понимать, что задачи мониторинга, сбора и анализа общедоступной информации в ручном режиме являются трудоёмкими и времязатратными, в связи с чем автоматизация методологии OSINT является актуальной задачей [1], которая и будет рассмотрена в данной работе.

Для начала, следует определить, что идентификаторы домена – это различные элементы данных, которые помогают идентифицировать, охарактеризовать и связать доменное имя с его владельцем, инфраструктурой и связанными сервисами. К базовым идентификаторам можно отнести такие элементы как доменное имя, IP-адреса, DNS-записи, WHOIS-данные, SSL/TLS-сертификаты и поддомены. В случае недостаточной информативности таких идентификаторов не исключена возможность использования расширенных идентификаторов, которые включают в себя упоминания домена на других ресурсах (например, в социальных сетях или других доменах), метаданные веб-ресурса (заголовок страницы, ключевые слова и информация об авторе), предыдущие версии домена и непосредственно его содержание. Существующие инструменты автоматизации позволяют не только сократить время на сбор различных идентификаторов, но и повысить точность анализа благодаря исключению человеческого фактора, а также обеспечить масштабируемость процесса.

Среди существующих инструментов можно выделить несколько решений, которые наиболее качественно решают задачу по поиску вышеописанных идентификаторов. Особое место среди таких инструментов занимает **Amass**, созданный для поиска поддоменов, активов и связанных с доменом данных. Он использует как пассивные методы, так и активные запросы для сбора информации. Amass также предоставляет возможность визуализации связей между найденными элементами, что упрощает анализ сложной доменной инфраструктуры [2]. Для работы с WHOIS-информацией часто используется **WhoisXML API**. Этот инструмент предоставляет доступ к детальной информации о владельцах доменов, их контактных данных, датах регистрации и истечения, а также историческим изменениям [3]. Важный инструмент для работы непосредственно с инфраструктурой домена, Shodan, специализируется на анализе открытых портов и сетевых сервисов: сканируя Интернет он собирает данные о серверах, устройствах и приложениях, связанных с IP-адресами домена, что позволяет обнаруживать уязвимости в конфигурации серверов, незащищенные сервисы или устаревшее программное обеспечение [4]. Для работы с DNS-записями используется **DNSDumpster**, который помогает быстро находить поддомены, связанные IP-адреса и DNS-записи, такие как MX, NS и TXT, кроме этого предоставляя графическое представление данных, что упрощает понимание структуры домена и выявление потенциальных слабых мест [5].

Вышеописанные инструменты позволяют проводить комплексный анализ доменной инфраструктуры, используя открытые источники, однако, каждый из них имеет конкретное назначение, что является недостатком в совокупности. Это открывает возможности для разработки собственного программного решения, которое могло бы объединить функционал не только описанных, но и других инструментов, а также в мере его расширить. Для этой цели предлагается использовать язык программирования Python как наиболее простой и гибкий для реализации подобного рода инструментов, что подкрепляется поддержкой множества библиотек и сторонних сервисов. В основе программного решения будет лежать модульная архитектура, где каждый модуль будет отвечать за отдельную функцию методологии OSINT. Среди этих модулей один будет предоставлять базовый функционал из вышеописанных инструментов, что и будет являться решением, объединяющим функционал для удобства проведения OSINT-исследования. Как уже говорилось, чтобы увеличить полезность инструмента, будет расширена функциональность набора функций. Во-первых, будет добавлена единая система визуализации результатов всех модулей в виде HTML и XLSX отчетов на выбор, что позволит наглядно воспринимать результаты исследования и демонстрировать их. Во-вторых, существует необходимость добавить глубокое исследование элементов не только домена, но и его поддоменов. В результате исследователь получит значительно больший массив таких данных как скрытые веб-элементы, адреса

электронных почт, IP-адреса, DNS-записи, ссылки на связанные социальные сети, различные сертификаты, а также файлы. В-третьих, в Интернете существует множество API-сервисов, которые предоставляют уникальный и сложно реализуемый функционал (как например SecurityTrails API, VirusTotal API и другие). Эти сервисы можно интегрировать в программное решение для расширения области поиска и получения большего объема данных.

Разработанное в ходе дальнейшей работы программное решение позволит упростить процесс OSINT-исследования и предполагается для использования в целях автоматизации мониторинга утечек информации в открытый доступ и исследования веб-ресурсов с целью предотвращения атак.

Литература

1. IEEE Xplore Digital Library. “Automating OSINT Methodology as a means of gathering information from Open Sources” [Электронный ресурс] // Institute of Electrical and Electronics Engineers. – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8954668/>. – Дата доступа: 15.02.2025.
2. Amass GitHub. “Amass User Guide” [Электронный ресурс] // GitHub. – Режим доступа: https://github.com/owasp-amass/amass/blob/master/doc/user_guide.md. – Дата доступа: 15.02.2025.
3. WhoisXML API. “WhoisXML API Documentation” [Электронный ресурс] // WhoisXML API. – Режим доступа: <https://whois.whoisxmlapi.com/documentation/resources>. – Дата доступа: 16.02.2025.
4. Shodan. “Shodan Documentation” [Электронный ресурс] // Shodan. – Режим доступа: <https://help.shodan.io/the-basics/navigating-the-website> – Дата доступа: 16.02.2025.
5. DNSDumpster. “DNSDumpster Documentation” [Электронный ресурс] // Readthedocs. – Режим доступа: <https://dnsdumpster.readthedocs.io> – Дата доступа: 16.02.2025.

А. Ю. Петрова

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **В. С. Мурашко**, ст. преподаватель

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ ИНКЛЮЗИВНОГО ДОШКОЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

В Беларуси живут самые разные люди: разного возраста, национальности и здоровья. Некоторые люди получили увечья со временем, а другие – с рождения. Для детей с особыми потребностями существуют специальные центры развития, которые помогают улучшить их здоровье и скрасить досуг. Однако нельзя забывать и про обучение. Современное образование включает в себя формирование инклюзивной культуры. В нашей стране существует система интегрированного обучения и воспитания, в рамках которой дети с особенностями психофизического развития учатся в одной группе с детьми без нарушений. Такие группы могут быть организованы в детских садах с привлечением специально обученных сотрудников, дополнительного оборудования и проведения дополнительных занятий, разграниченных по состоянию здоровья.

Важность создания условий для качественного инклюзивного образования заключается не только в поддержке каждого ребёнка, но и в воспитании у всех участников толерантности и взаимопонимания. Социальное взаимодействие между детьми с разными

способностями помогает формировать важные жизненные навыки, такие как эмпатия, общение и сотрудничество, что благоприятно влияет на развитие общества в целом.

Таким образом, создание web-приложения для организации работы инклюзивного дошкольного учреждения поможет оптимизировать этот процесс, обеспечивая удобный доступ к необходимым ресурсам как для родителей, так и для сотрудников.

Для управления образовательным процессом, что позволит создать оптимальные условия для детей с особыми образовательными потребностями, необходимо внедрение соответствующих механизмов и решений.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- авторизация и регистрация пользователей;
- управление контентом системы;
- ведение документации (журналы посещений, информация о прививках);
- взаимодействие воспитателей и педагогов с журналом посещаемости и расписанием дополнительных занятий;
- доступ родителей в личный кабинет детей (просмотр расписания, запуск развивающих игр, запись на дополнительные занятия);
- обратная связь о достижениях и потребностях ребенка;
- расчет статистики.

Для лучшего понимания функций, которые должна выполнять система, и их взаимосвязей, используются диаграммы прецедентов. Эти диаграммы позволяют визуализировать взаимодействия между пользователями и системой, а также определить основные функции и роли.

Актер «Гость» – это незарегистрированный пользователь, которому доступно только просмотр страницы сайта с информацией об учреждении и вход в систему.

Актер «Воспитатель» представляет собой одного из работников учреждения, который проводит основные занятия. Человек с этой ролью может выполнять следующие действия: просмотр и внесение информации в журнал посещаемости, просмотр информации о ребенке и просмотр расписания.

Актер «Преподаватель» представляет работника, который ведет дополнительные занятия для детей, как развлекательного характера, так и оздоровительного или образовательного. Его основные действия включают просмотр расписания и добавление дополнительных занятий, просмотр информации о ребенке, просмотр и внесение информации в журнал посещаемости.

Актер «Администратор» представляет собой человека, отвечающего за добавление, просмотр и изменение информации о детях, пользователях, занятиях и играх, а также ведение справочной информации. Так как в учреждение принимают по заявлению, не все, кто хочет, могут попасть в систему, поэтому регистрацией пользователей занимается актер «Администратор».

Актер «Работник медкабинета» – это последняя роль, представляющая персонал учреждения, основные действия которого включают ведение журнала прививок и контроль за отсутствием учеников по причине плохого самочувствия.

Актер «Родитель» представляет собой человека, чей ребенок или дети посещают учреждение. Он может открыть личный кабинет ребенка, из кабинета запустить онлайн игру, а после прохождения увидеть полученный результат, записаться на дополнительные занятия, просмотреть месячную оплату, просмотреть расписание и узнать причину пропусков занятий ребенка по датам.

Информационное обеспечение приложения включает в себя базу данных, обеспечивающую хранение и доступ к информации о детях, пользователях, расписании, и других важных данных, необходимых для работы приложения. Диаграмма базы данных представлена на рисунке 1.

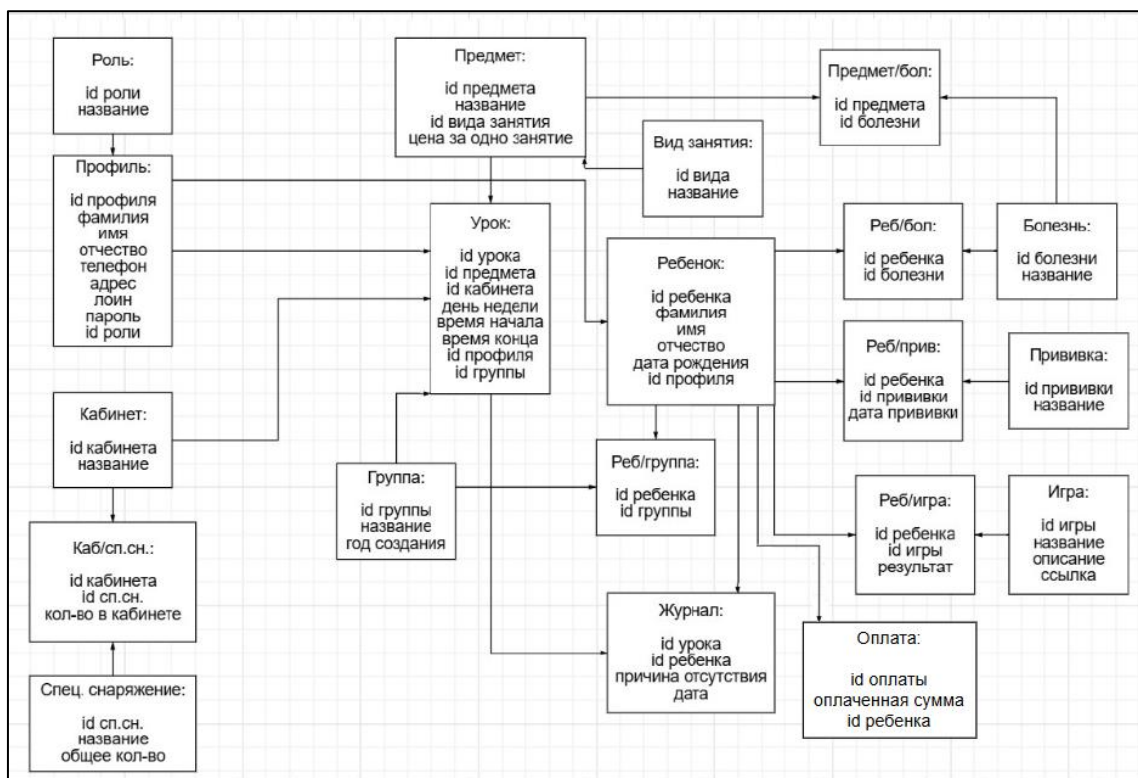


Рисунок 1 – Диаграмма базы данных

На данной диаграмме представлено 20 связанных между собой таблиц, описание которых представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Описание таблиц базы данных

Название таблицы	Назначение
<i>Cabinet</i>	Хранение информации о кабинетах для занятий
<i>CabinetEquipment</i>	Хранение информации о снаряжении кабинетов
<i>Child</i>	Хранение информации и детях
<i>ChildDisease</i>	Хранение информации о болезнях ребенка
<i>ChildGame</i>	Хранение информации об пройденных ребенком играх
<i>ChildGroup</i>	Хранение информации о группах, в которых состоит ребенок
<i>Disease</i>	Хранение информации о заболеваниях
<i>Equipment</i>	Хранение информации о снаряжении для занятий
<i>Game</i>	Хранение информации об играх
<i>Group</i>	Хранение информации о группах
<i>Journal</i>	Хранение информации об пропусках и их причинах
<i>Lesson</i>	Хранение информации об уроках
<i>Payment</i>	Хранение информации об оплатах дополнительных занятий
<i>Profile</i>	Хранение информации о зарегистрированных пользователях
<i>Role</i>	Хранение информации о ролях
<i>Subject</i>	Хранение информации о предметах
<i>SubjectDisease</i>	Хранение противопоказанных занятий из-за болезни
<i>SubjectType</i>	Хранение информации о типах занятий
<i>VaccinationList</i>	Хранение информации о прививках ребенка
<i>Vaccine</i>	Хранение информации о прививках

Все вышеперечисленные таблицы составляют основу данной системы и охватывают ключевые аспекты жизнедеятельности инклюзивного дошкольного учреждения. Каждая таблица выполняет свою уникальную функцию, обеспечивая структурированное хранение данных о кабинетах, оборудовании, детях, их заболеваниях, группах, играх, занятиях, платежах, пользователях, ролях, прививках, предметах и их противопоказаниях.

Автоматизация процессов в инклюзивном дошкольном учреждении, опирающаяся на структурированный подход к хранению информации, позволяет значительно повысить эффективность работы. Все аспекты деятельности учреждения – от планирования занятий до учета прививок и мониторинга посещаемости – становятся более организованными и прозрачными. Автоматизация помогает минимизировать количество ручных операций, сокращая затраты времени и снижая вероятность ошибок. Такой подход способствует удобству работы сотрудников и повышает качество предоставляемых услуг.

Н. С. Пронкевич

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. В. Петров**, канд. мед. наук, доцент

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩЕГО О РЕЗКОМ ПАДЕНИИ ИЛИ РОСТЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ, РЕАЛИЗОВАННОГО НА ПЛАТФОРМЕ HOMEASSISTANT

Современные технологии «умного дома» открывают новые возможности для автоматизации повседневных задач, делая жизнь безопаснее и комфортнее. Одним из важных аспектов такой автоматизации является мониторинг окружающей среды, включая отслеживание атмосферного давления. Резкие изменения этого параметра часто сигнализируют о приближении опасных погодных явлений, таких как штормы, ураганы или аномальные перепады температур, которые могут повредить имущество или создать угрозу для здоровья.

Однако ручной контроль давления требует постоянного внимания, что не всегда возможно в условиях динамичного ритма жизни. Здесь на помощь приходят системы умного дома, такие как Home Assistant, которые позволяют не только отслеживать данные в реальном времени, но и автоматически реагировать на критические изменения.

Целью данной работы является разработка сервиса, который объединяет аппаратные и программные компоненты для анализа атмосферного давления, генерации предупреждений и выполнения защитных действий в экосистеме умного дома. Основное внимание уделяется выбору совместимых датчиков (например, Zigbee-устройств Xiaomi Mijia или кастомных решений на базе ESPHome), их интеграции с платформой Home Assistant, а также созданию алгоритмов для расчета скорости изменения давления. Эти алгоритмы позволяют определять пороговые значения, при достижении которых система активирует уведомления через Telegram, электронную почту или голосовые ассистенты, а также запускает сценарии – например, автоматическое закрытие окон через умные моторы или включение резервного питания.

Важным аспектом исследования становится анализ существующих решений и их адаптация под конкретные потребности пользователей. Это включает не только техническую настройку датчиков и автоматизаций через YAML-конфигурации, но и разработку интуитивного интерфейса для визуализации данных с использованием Lovelace UI. Для повышения надежности система тестируется на устойчивость к ложным срабатываниям и внешним помехам, а также калибруется с учетом данных внешних метеостанций, таких как OpenWeatherMap API. Были проанализированы и использованы современные аппаратные и программные решения, направленные на обеспечение точности

и надежности системы. Среди аппаратных компонентов ключевую роль играют готовые датчики давления, такие как Zigbee-устройства Xiaomi Miija и Aqara, известные своей стабильностью и простой интеграцией, а также кастомные решения на базе микроконтроллеров ESP32/ESP8266 с датчиками BMP280/BME280, которые позволяют создавать бюджетные и гибкие сенсоры для DIY-проектов. Для подключения устройств применяются шлюзы вроде Sonoff Zigbee 3.0 Dongle, а в качестве серверной платформы часто используется Raspberry Pi 4, обеспечивающий энергоэффективную работу Home Assistant. Программная настройка системы включает создание шаблонных сенсоров в Home Assistant для расчета скорости изменения давления. Например, с помощью языка шаблонов Jinja2 реализуется формула, определяющая, на сколько гектопаскалей изменилось давление за последний час. Это значение становится основным триггером для автоматизаций: если скорость падения превышает 5 гПа/ч, система отправляет предупреждение и запускает защитные сценарии, такие как закрытие умных штор через моторы Xiaomi или включение резервного питания. Для визуализации данных используется встроенный интерфейс Lovelace UI, где пользователи могут отслеживать графики давления, историю событий и текущий статус устройств. Для более глубокого анализа данные экспортируются в InfluxDB – базу данных временных рядов, а их визуализация выполняется в Grafana, что полезно для выявления долгосрочных тенденций.

Анализ альтернативных решений, таких как промышленные метеостанции Davis Instruments, показал их высокую точность, но непрактичность для домашнего использования из-за высокой стоимости и сложности интеграции с экосистемой умного дома. Проприетарные системы вроде Samsung SmartThings или Apple HomeKit также были отвергнуты из-за ограниченной поддержки сторонних устройств и зависимости от облачных сервисов. Таким образом, выбранный стек технологий – комбинация открытой платформы Home Assistant, готовых Zigbee-датчиков и кастомных ESP-устройств – обеспечивает оптимальный баланс между точностью, стоимостью и гибкостью.

Анализ показывает, что даже при использовании бюджетных компонентов можно создать надежную систему мониторинга, адаптируемую под индивидуальные потребности. Например, для пользователей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы можно настроить уведомления о минимальных колебаниях давления, а в регионах с частыми штормами – автоматически активировать аварийные сценарии. Дальнейшее развитие проекта может включать интеграцию машинного обучения для прогнозирования изменений давления на основе исторических данных, а также подключение к системам «умного города» для глобального анализа метеорологических рисков.

А. А. Пудловский

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. тех. наук, доцент

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ КИРИЛЛИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

Задача распознавания рукописных текстов представляет собой одну из сложнейших проблем компьютерного зрения. Особую сложность вызывает распознавание рукописных кириллических текстов из-за многообразия почерков, вариативности начертания символов и особенностей кириллического алфавита. Для решения этой задачи требуются эффективные алгоритмы искусственного интеллекта, способные адаптироваться к различным стилям письма и условиям съёмки.

В работе рассматривается проблема разработки и обучения систем распознавания рукописных кириллических текстов с использованием современных

нейросетевых архитектур. В основу решения положена модель TextBPN-Plus-Plus (TextBPN++), реализованная на фреймворке PyTorch и предназначенная для детекции текста произвольной формы с использованием Boundary Transformer. Она демонстрирует высокую эффективность при выделении текстовых областей на изображениях независимо от формы текста – прямого или изогнутого. Эта модель ориентирована на детекцию печатного текста, однако показала высокую адаптивность и применимость при распознавании рукописных текстов.

Для решения подобных задач традиционно применяются различные методы машинного обучения: сверточные нейронные сети (CNN) для извлечения пространственных признаков, рекуррентные нейронные сети (RNN) для обработки последовательных данных и трансформеры для улучшения понимания контекста. Также рассматривались классические подходы, такие как Histogram of Oriented Gradients (HOG) и Support Vector Machines (SVM), однако их эффективность оказалась недостаточной по сравнению с глубокими нейронными сетями.

В работе, для повышения точности распознавания кириллических рукописных текстов, был реализован гибридный подход, сочетающий CNN и LSTM. Сверточные нейронные сети извлекают высокоуровневые пространственные признаки, которые затем обрабатываются механизмом многоголового самовнимания для улучшения контекстного представления данных. Это позволяет модели эффективно учитывать взаимосвязи между различными частями текста и глобальные зависимости, что является основой при распознавании текстов с наклоном и искривлениями, характерными для рукописного ввода.

В качестве функции потерь была выбрана CTC (Connectionist Temporal Classification), которая решает фундаментальную проблему выравнивания предсказанных последовательностей символов с целевыми метками без необходимости явной сегментации. CTC Loss позволяет нейронной сети обучаться распознаванию символов в последовательностях различной длины, где расстояния между символами могут существенно варьироваться. Данный подход значительно упрощает процесс обучения и повышает точность распознавания сложных рукописных текстов.

Обобщая сказанное, комбинирование современных нейросетевых архитектур с эффективными функциями потерь позволяет создавать высокоточные системы распознавания рукописных кириллических текстов. Данный подход может быть успешно применён в различных практических задачах, таких как оцифровка архивных документов, автоматизация обработки рукописных форм и создание интеллектуальных систем ввода текста.

Т. В. Пыршина

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. А. Ружицкая**, канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ТРЕКЕР ПРИВЫЧЕК» НА PHP И MYSQL

Современные web-приложения представляют собой сложные системы, требующие надежной серверной архитектуры для хранения, обработки и защиты данных пользователей. В рамках разработки web-приложения «Трекер привычек» серверная часть реализована с использованием PHP и MySQL, что позволяет обеспечить эффективное управление пользовательскими данными, обработку привычек и сохранение прогресса пользователей.

Основными задачами серверной части являются:

1. Аутентификация и авторизация пользователей. Реализована регистрация и вход в систему через формы, данные которых передаются на сервер и проверяются в базе данных. Используется механизм сессий для хранения информации о текущем пользователе. Для повышения безопасности пароли хранятся в захешированном виде с использованием MD5 и соли.

2. Работа с базой данных MySQL. База данных содержит две основные таблицы:

- users – хранит информацию о пользователях (логин, хеш пароля, email, возраст и т. д.);
- habits – содержит данные о привычках (название, статус выполнения, пользователь, дата начала и окончания).

Подключение к базе данных выполняется через расширение MySQLi. Используются подготовленные SQL-запросы, предотвращающие SQL-инъекции.

Функционал CRUD для управления привычками:

Создание привычек – при добавлении привычки в интерфейсе, данные отправляются на сервер, где формируется SQL-запрос `INSERT INTO habits (name, user_id, start_date, end_date) VALUES (...)`.

Чтение данных – приложение загружает список привычек пользователя через `SELECT * FROM habits WHERE user_id = ?`.

Обновление данных – возможны изменения названия привычки, ее статуса или даты выполнения (`UPDATE habits SET ... WHERE id = ?`).

Удаление привычек – по запросу пользователя привычка удаляется из базы через `DELETE FROM habits WHERE id = ?`.

При разработке серверной части особое внимание уделяется безопасности данных:

– хеширование паролей – используется MD5 с солью, чтобы предотвратить утечки данных;

– защита от SQL-инъекций – подготовленные запросы (`$stmt->bind_param(...)`) не позволяют злоумышленникам подставлять вредоносные SQL-команды;

– доступа – без активной сессии пользователь не может получить доступ к страницам управления привычками.

Разработанная серверная часть web-приложения «Трекер привычек» обеспечивает корректное хранение данных, безопасность пользователей и удобное взаимодействие с клиентской частью. PHP и MySQL в совокупности позволяют создать масштабируемое приложение с возможностью расширения функционала в будущем.

А. А. Разгонова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА РЕГИСТРОВ НАКОПЛЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8» ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЁТА И АНАЛИЗА ДАННЫХ

Регистр накопления представляет собой объект метаданных, предназначенный для оперативного учёта движения ресурсов в различных аналитических разрезах и формирования агрегированных данных для анализа. Основными характеристиками регистров накопления являются:

- вид регистра (остатки и обороты);
- измерения (аналитические разрезы учёта);
- ресурсы (количественные показатели);
- реквизиты (дополнительные характеристики записи регистра, не участвующие в расчётах остатков/оборотов).

Каждый регистр должен иметь как минимум три измерения – «Склад», «Номенклатура» и «Дата». Это позволяет не только учитывать движение товаров, но и анализировать их остатки по различным категориям.

В процессе разработки регистров накопления является создание документов, которые формируют движения по этому регистру. Эти документы являются основным инструментом, с помощью которого осуществляется учёт операций «Приход» и «Расход». Для корректного отражения всех операций прописывается код, который будет обрабатывать эти документы в момент их проведения. Это включает в себя создание обработчиков событий, таких как «ПередПроведением», «ПослеПроведения» и «ПриОтменеПроведения».

Для обеспечения быстрой и эффективной работы с регистрами накопления, одним из важных аспектов является оптимизация выборки данных. Индексы являются критически важным инструментом для увеличения скорости запросов к базе данных.

Так же производится оптимизация запросов, которая включает использование виртуальных таблиц «Остатки» и «Обороты». Они помогают упростить и ускорить получение необходимых данных, поскольку позволяют обрабатывать большие объёмы информации более эффективно. Они обеспечивают возможность работы с результатами запросов, которые могут агрегировать данные по различным измерениям и периодам, что, в свою очередь, позволяет формировать отчёты и анализировать данные без значительных затрат времени.

При построении запросов к регистрам накопления используются фильтры по измерениям и периодам. Фильтрация данных по конкретной номенклатуре, времени или складу применяется для более быстрого сбора только той информации, которая необходима в данный момент, что особенно полезно для отчётности, где нужно получить информацию за определённый период, либо для анализа остатков на определённые даты.

Важно также избежать избыточных соединений в запросах, так как они могут существенно снизить производительность приложения. Вместо этого целесообразно использовать заранее подготовленные агрегированные таблицы или представления, которые содержат лишь необходимые данные для анализа, чтобы свести к минимуму количество запросов к базе данных.

А. А. Разгонова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЕМЫХ ФОРМ НА ПЛАТФОРМЕ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8»

Разработка управляемых форм на платформе «1С:Предприятие 8» представляет собой многоступенчатый процесс, в котором программная составляющая играет ключевую роль в обеспечении функциональности интерфейса и взаимодействия пользователей с системой. С точки зрения разработчика, процесс начинается с детального анализа ключевых требований, которые будут определять, как форма будет функционировать. Важно не просто собрать требования, но и проанализировать их в рамках общей бизнес-логики, поскольку это позволяет точно определить, какие функции должны быть реализованы, а также выявить данные, которые будут использоваться.

На этапе проектирования форм используются встроенные инструменты конфигурации платформы для создания макетов интерфейсов. Управляемые формы предлагают широкий выбор элементов управления, таких как текстовые поля, кнопки, выпадающие списки и табличные части.

Важную роль играет многослойность интерфейса. Например, если форма включает табличную часть для ввода нескольких позиций, настраивается динамическое добавление строк и удаление с помощью встроенных инструментов, что упрощает взаимодействие с пользователем и делает процесс ввода данных более интуитивно понятным.

Когда базовая структура формы создана, следующим шагом является написание кода на языке 1С, который управляет логикой обработки событий. В этом контексте активно используются события формы, такие как «ПриОткрытии», «ПередПроведением», и «ПослеПроведения». В событии «ПередПроведением» реализуется логика валидации данных: проверяется, что все обязательные поля заполнены, и значения находятся в допустимых диапазонах. При этом важно не только проверить корректность данных, но и сформулировать информативные сообщения об ошибках, которые будут предоставлены пользователю.

Код для кнопки «Сохранить» должен также включать операции по работе с объектами базы данных. Для этого используются стандартные механизмы работы с данными, такие как методы Записать() и Удалить(), чтобы взаимодействовать с сущностями в базе данных.

Кроме того, важно думать о том, как будет происходить взаимодействие с другими компонентами системы. Если в форме имеются поля, которые зависят от выбора в других полях, используется событие «ПриИзменении» для обновления списка номенклатур. В этом случае важно, чтобы обновление происходило динамически, без необходимости перезагрузки формы, что улучшает пользовательский опыт.

Также, учитывается производительность управляемой формы. Использование виртуальных таблиц и оптимизированных запросов для получения данных из базы помогает избежать узких мест в производительности. Если используя фильтры на уровне запросов, производится уменьшение объема данных, которые должны быть загружены в память, обеспечивая тем самым быструю реакцию интерфейса при взаимодействии с пользователем.

Н. И. Райковская

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОДСИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА ЮРИДИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Целью подсистемы документооборота юридического отдела предприятия является возможность упрощения обработки документов для сокращения времени, затрачиваемого на их создание, согласование и архивирование, также упрощение поиска информации.

Подсистема документооборота юридического отдела разрабатывалась в интегрированной среде разработки Visual Studio 2019 и Microsoft Access.

В процессе работы были выявлены все элементы, нужные для организации документооборота в юридическом отделе в соответствии с установленными задачами.

Разработанная подсистема включает в себя следующие ключевые функции:

- удобный интерфейс для ввода и редактирования информации о договорах, что обеспечивает быстрое и интуитивно понятное взаимодействие пользователя с программой;
- хранение данных в базе данных MS Access, что позволяет эффективно управлять информацией и обеспечивать ее безопасность;
- возможность поиска и фильтрации данных, что значительно ускоряет процесс получения необходимой информации и формирование отчетов;
- мониторинг и контроль, помогает отслеживать статус документов.

Н. И. Райковская
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **В. Н. Леванцов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА ЮРИДИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Документооборот юридического отдела включает несколько основных задач: подготовку и проверку юридических документов, таких как контракты, соглашения и акты, а также проверку договоров на наличие рисков и юридических ошибок; управление документацией, что предполагает ведение реестров и архивов юридических документов и обеспечение их правильного хранения и учета; контроль сроков и обязательств через мониторинг исполнения договорных обязательств и уведомление о предстоящих сроках; и работу с судами и государственными органами, включая подготовку и подачу исковых заявлений и жалоб, а также взаимодействие с судебными инстанциями и госорганами.

Целью данной работы является разработка подсистемы документооборота юридического отдела в интегрированной среде разработки Visual Studio 2019 и Microsoft Access для хранения данных, как наиболее подходящие инструменты. Подсистема должна выполнять реализацию следующих основных задач: создание и редактирование документов, хранение и архивирование, поиск и сортировка, мониторинг сроков, отчётность и аналитика.

Разработанная подсистема успешно решает все требуемые задачи и имеет интуитивно понятный интерфейс, который облегчает работу пользователей. Она также служит отличным инструментом для автоматизации документооборота юридического отдела предприятия.

В. А. Рапчинская
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **О. Р. Мысливец**, ст. преподаватель

ПРИМЕНЕНИЕ ЖУРНАЛОВ NTFS В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ИНЦИДЕНТОВ БЕЗОПАСНОСТИ

На сегодняшний момент данные стали фундаментом для принятия решений в самых разных сферах. Огромное количество информации создают необходимость разработки новых подходов к их обработке и анализу, а также требуют внедрения инновационных инструментов и технологий, и обеспечения безопасности данных. С ростом объемов информации возрастает и важность её защиты. Ключевым аспектом становится не только надёжное хранение данных, но и гарантия их конфиденциальности и целостности. Одной из наиболее распространенных является файловая система NTFS – стандартная файловая система в операционных системах Windows, начиная с Windows NT [1]. NTFS, так же, как и другие файловые системы, не обеспечивает полной защиты от утраты данных по различным причинам.

В некоторых файловых системах используются журналы. Многие современные файловые системы поддерживают ведение журналов, поскольку это позволяет сократить время загрузки крупных систем. Журнальные данные ускоряют проверку целостности информации, хотя сама система может работать и без них. Кроме того, журналы используются при проведении расследований, потому что содержат сведения о недавних событиях. Это помогает восстановить последовательность произошедших инцидентов. Журнал USN – внутренний системный список файловой системы NTFS, где

фиксируются изменения данных на соответствующем разделе носителя. При включении опции ведения полного перечня изменений в файловой системе, фиксировать, когда и какие файлы были модифицированы, все изменения автоматически записываются в журнал USN. Для каждого раздела NTFS создаётся свой отдельный журнал, изначально представленный пустым файлом. При любом изменении в разделе добавляется новая запись, которая получает уникальный 64-битный порядковый номер (USN). Каждая такая запись содержит сам номер USN, имя файла и информацию о характере внесённых изменений. При этом журнал фиксирует лишь факт изменения, не сохраняя сами данные, что делает его непригодным для отмены операций с файлами. Журнал имеет ограниченное количество записей, поэтому, когда его размер достигает установленного лимита, Windows преобразует файл в разреженный и продолжает добавлять новые записи в его конец, при этом самый старый кластер освобождается для повторного использования. Номера USN при этом всегда увеличиваются, так как они соответствуют смещению в байтах от начала файла. В результате для некоторых файлов записи могут быть недоступны, если они уже были заменены более новыми записями. В системах с большим количеством файлов и постоянными изменениями записи в журнале сохраняются недолго.

Для извлечения информации о конкретном файле из USN-журнала необходимо обладать его номером записи. Он извлекается из структуры, представленной в двух различных версиях, которые имеют отличительный размер. Начиная обработку записи USN, необходимо сначала определить ее версию, что позволяет корректно интерпретировать последующие данные. Существует предположение о корректности извлечённого номера USN-записи; однако, данное предположение не всегда может соответствовать действительности. Запись с данным номером может быть перезаписана новыми записями в журнале, вследствие чего фактически под этим номером может скрываться информация, относящаяся к другому файлу. Аналогичным образом, существует вероятность, что номер соответствует записи из предыдущего варианта USN-журнала, которая была удалена и затем журнал пересоздан. В связи с этим необходимо проводить последующую валидацию информации, полученной из журнала, для подтверждения её актуальности и соответствия запрашиваемому файлу. Такая проверка реализуется посредством сравнения идентификаторов файлов. Кроме того, последующие запросы системы, связанные с обработкой данных, выполняются по хэндлу тома, а не по дескриптору файла. Хэндл тома представляет собой дескриптор устройства, который однозначно идентифицирует том файловой системы, на котором расположен исследуемый файл, что обеспечивает корректное взаимодействие с физическим носителем данных.

На основе вышеописанных подходов к анализу журналов системы и полученных знаний о файловой системе NTFS, был разработан прототип программного решения для определения версии журнала и поиска записей, относящихся к конкретному файлу. В дальнейшем планируется расширить функциональность прототипа для проведения непосредственного анализа содержимого журнала, что позволит получить более детальную информацию о происходящих изменениях.

Разработанное программное решение может интересовать широкий круг специалистов, в том числе экспертов по восстановлению данных, исследователей в области информационной безопасности, а также может быть полезно в смежных областях, таких как цифровая криминалистика и аудит информационных систем.

Литература

1. Кэрриэ, Б. Криминалистический анализ файловых систем / Б. Кэрриэ. – СПб. : Питер, 2007. – 480 с.

А. Р. Рахматулаев
(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. **С. И. Прач**, ст. преподаватель

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА И ПОСТРОЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Системы автоматизированного проектирования (САПР) это незаменимый инструмент в различных областях науки, техники и образования, предназначенный для создания, редактирования, анализа и оптимизации проектов. Системы AutoCAD, Bricscad, Autodesk Inventor, SolidWorks, SolidEdge, Компас-3D, T-FLEX, PTC Creo, NX и др. пользуются особой популярностью в преподавании, научных исследованиях и промышленности. В образовательном процессе, при выполнении курсового проектирования по курсам «Детали машин», «Прикладная механика» САПР применяются для проектирования и построения чертежей деталей машин, в частности, цилиндрических зубчатых колес.

Рассматривая такую предметную область как инженерную и компьютерную графику в CAD средах, необходимо стремиться к тому, чтобы выполнять операции наиболее оптимальным способом с минимальными трудозатратами.

Целью данной работы является анализ основных систем автоматизированного проектирования в области машиностроения, используемые в образовательном процессе. А также приведен пример проектирования цилиндрических зубчатых колес.

К легкой системе САПР, предназначенной для 2D-проектирования и черчения, а также для создания отдельных трехмерных моделей без возможности работы со сборочными единицами, относят AutoCAD.

Достоинства системы AutoCAD: широкие возможности (программа предоставляет обширный набор инструментов для создания детализированных и точных чертежей и моделей); признанный стандарт (AutoCAD является индустриальным стандартом в области CAD, что делает его знание и умение работы с ним востребованным на рынке труда); регулярные обновления; поддержка и обучение.

Недостатки системы AutoCAD: стоимость; сложность освоения; высокие системные требования.

К САПР среднего уровня относят программы для 3D-моделирования изделий, проведения расчетов, автоматизации проектирования электрических, гидравлических и прочих вспомогательных систем. Являются наиболее популярными и доступными для освоения и использования. К ним можно отнести Autodesk Inventor – профессиональный комплекс для трехмерного проектирования промышленных изделий и выпуска документации. В Autodesk Inventor зубчатые колеса проектируются с помощью генераторов компонентов. Т.е. перед тем как проектировать зубчатое колесо в Инвенторе, пользователь должен определиться с задачей, которую нужно решить. Генератор компонентов передачи выполняет следующие операции:

- произвести расчет геометрических и прочностных характеристик зубчатых зацеплений;
- вставить в сборку модель только одного или сразу двух зубчатых колес одного зацепления;
- добавить элемент зубчатого венца к существующей детали.

Другими словами, можно использовать генератор как исключительно расчетную систему или как средство для проектирования и построения трехмерных моделей шестерен.

Другой программой среднего уровня является Компас-3D. Это система параметрического моделирования деталей и сборок, используемая в областях машиностроения, приборостроения и строительства. Преимущества системы: простой и понятный интерфейс; использование трехмерного ядра собственной разработки (C3D); полная

поддержка ГОСТ и ЕСКД при проектировании и оформлении документации; большой набор надстроек для проектирования отдельных разделов проекта.

Также были рассмотрены схожие по уровню программы SolidWorks, T-FLEX Зубчатые передачи, которые можно использоваться как в общем машиностроении, так и в высокотехнологичных отраслях – авиастроении, двигателестроении, судостроении, космической отрасли, приборостроении и др., а также проводить любые расчёты, в том числе высокой сложности. 3D модели зубчатых колёс и зацеплений, создаваемые в этих программах, отличаются высокой точностью геометрии. Таким образом, можно получить не просто шестерню или зацепление с качественной визуализацией, а готовое изделие, пригодное для 3D печати и производства на станке с ЧПУ, содержащее всю необходимую сопроводительную документацию. Кроме того, точная геометрия полученных 3D моделей позволяет выполнять прочностные расчёты и анализ движения.

Таким образом, в ходе проведенного анализа основных систем автоматизированного проектирования, можно сделать вывод, что применительно поставленным задач, при выполнении курсового проектирования, наиболее простыми и удобными для освоения и использования, являются программы среднего уровня.

Рассмотрим пример проектирования цилиндрической зубчатой шестеренки с использованием Компас-3D.

1. При выполнении курсового проекта, был произведен расчет основных геометрических параметров зубчатого колеса [1]:

- наружный диаметр зубчатого колеса: $d_a = 96$ мм;
- количество зубьев: $z = 30$;
- ширина зубчатого венца: $b_w = 85$ мм;
- модуль: $m = 3$ мм.

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
1. Число зубьев	Z_1, Z_2	30	87
2. Модуль, мм	m_n	3	
3. Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	0	0
4. Направление линии зуба ведущего колеса	—	прямое	
5. Угол профиля зуба исходного контура	α	20	0
6. Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a^*	1	
7. Коэффициент радиального зазора исходного контура	c^*	0.25	
8. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f^*	0.38	
9. Ширина зубчатого венца, мм	b_1, b_2	85	80
10. Диаметры вершин колес, мм	$d_{a1,2}$	96	267
11. Диаметр измерительного ролика, мм	D_1, D_2	5.176	5.176
12. Тип зуборезного инструмента	—	червячная фреза	червячная фреза
13. Параметры зуборезного инструмента	Число зубьев	Z_0, Z_0	14
	Диаметр вершин, мм	d_{a01}, d_{a02}	112
14. Ширина межвенцовых канавки для выхода инструмента (у шевронных колёс), мм	$b_{1,2}$	—	—

Рисунок 1 – Окно «Геометрический расчет»

2. С помощью Компас-3D выполняем последовательно операции:

- на главной странице программы выбираем пункт Создать чертёж;
- в разделе Приложения выбираем Механика→Валы и механические передачи 2D→Построение модели;
- выбираем Создать модель и далее Без разреза, указываем место на листе, где чертить модель;

- в появившемся окне выбираем Элементы механических передач→Шестерни и рейки→Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями;
- выбираем Запуск расчета→Геометрический расчет→По диаметрам вершин зубьев;
- в появившемся окне заполняем количество зубьев, модуль, ширина зубчатого венца и диаметры вершин колес (рисунок 1);
- в окне Страница 2 (см. рисунок 1) выбираем Расчет→Закончить расчет, выбираем объект построения, жмем галочку ОК.

Появляется чертеж нашей шестерни (рисунок 2).

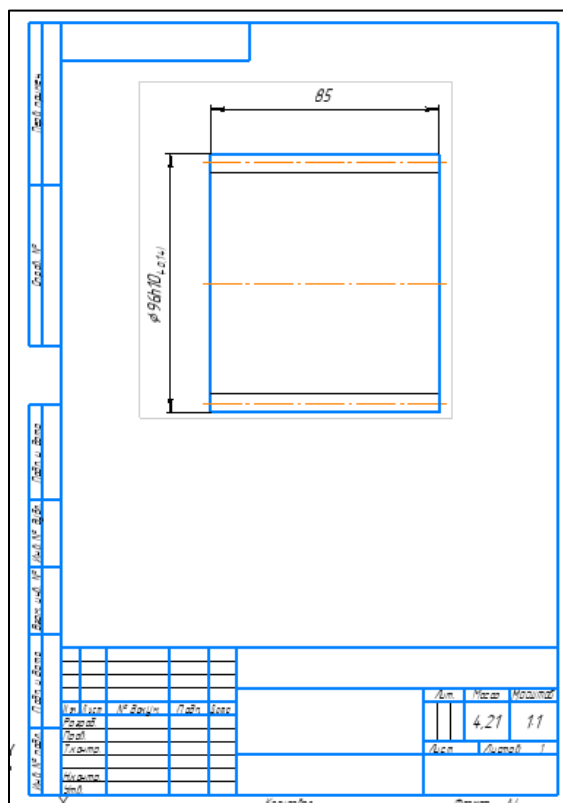


Рисунок 2 – Чертеж шестерни

При необходимости построения трехмерной модели с целью дальнейшего конструирования, пользуемся командой Генерация твердотельной модели и в новом окне получаем 3D-модель проектируемой шестерни (рисунок 3). Далее возможны различные манипуляции с ней.

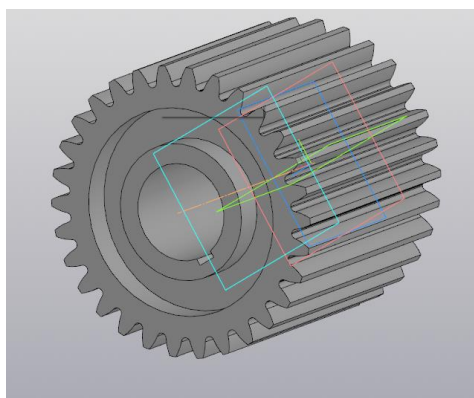


Рисунок 3 – 3D модель шестерни

Таким образом, использование систем компьютерного проектирования в значительной степени сокращают затраты времени на проектирование деталей машин и повышают качество построения графической части.

Литература

1. Акулов, Н. В. Проектирование многоступенчатых цилиндрических редукторов. Примеры расчета [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Детали машин» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» дневной и заочной форм обучения / Н. В. Акулов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 166 с.

И. Д. Саванец, Н. П. Кисель

(ГрГУ им. Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАМ-БОТА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ССЫЛОК НА БЕЗОПАСНОСТЬ

Фишинг – вид кибератаки, направленный на получение конфиденциальных данных пользователей через поддельные ресурсы. Злоумышленники используют социальную инженерию, маскируя вредоносные ссылки под легитимные сервисы. В мессенджере Telegram такие атаки особенно опасны из-за высокой популярности платформы и возможностей скрытия URL через форматирование текста.

VirusTotal – сервис для анализа файлов и URL на наличие вредоносного кода. Он объединяет данные более 70 антивирусных движков, что позволяет выявлять угрозы с высокой точностью. Интеграция его API в Telegram-бота дает возможность автоматизировать проверку ссылок в режиме реального времени.

Aiogram – современная асинхронная библиотека для разработки Telegram-ботов на Python. Она поддерживает последние обновления Telegram Bot API, обеспечивает высокую производительность за счет асинхронной обработки запросов и упрощает реализацию сложной логики взаимодействия с пользователем.

Актуальность темы

Актуальность темы обусловлена ростом фишинговых атак в Telegram, где злоумышленники активно эксплуатируют доверие пользователей. Традиционные методы защиты (фильтрация спама, ручная проверка ссылок) недостаточно эффективны из-за динамичного развития методов социальной инженерии. Ввиду чего разработка Telegram-бота на базе библиотеки aiogram, способного проверять ссылки на переадресацию, определять их вредоносность с использованием VirusTotal API и предупреждать пользователей об угрозах, носит актуальный характер. Автоматизированный бот, анализирующий ссылки через VirusTotal, позволит минимизировать риски утечки данных и повысить безопасность коммуникаций.

Цель работы – реализация Telegram-бота для автоматизированной проверки ссылок на безопасность. Проект направлен на минимизацию рисков фишинговых атак за счет оперативного анализа URL-адресов, выявления подмены символов в доменах и предоставления пользователям детализированных отчетов о безопасности.

Методология реализации

Разработка бота началась с проектирования архитектуры на базе языка Python и асинхронной библиотеки aiogram, которая обеспечивает гибкое взаимодействие с

Telegram Bot API. Это позволило реализовать высокопроизводительную обработку запросов, критически важную для работы в условиях больших потоков сообщений. Для интеграции с VirusTotal был использован его RESTful API: каждый URL, полученный ботом, автоматически отправляется на сканирование, а результаты анализа обрабатываются через асинхронные обработчики. Это минимизирует задержки и гарантирует мгновенный отклик системы даже при высокой нагрузке.

Алгоритм проверки ссылок включает несколько этапов. Сначала бот извлекает URL из текста сообщения, гиперссылок или вложений, используя парсинг регулярных выражений. Затем выполняется проверка домена на наличие подмены символов – например, замены латинских букв на кириллические омоглифы (как “раурal.com” вместо “raural.com”). Для этого применяются шаблоны, учитывающие частые ошибки и методы маскировки. После предварительной фильтрации ссылка отправляется в VirusTotal, где анализируется более чем 70 антивирусными движками. Результат проверки включает не только общий вердикт («безопасно»/«опасно»), но и детализацию: количество сработавших антивирусов, категории угроз (фишинг, вредоносное ПО, шпионское ПО) и историю сканирований.

Информирование пользователей организовано через интерактивные уведомления. Бот отправляет ответ в виде форматированного сообщения с кнопками для быстрых действий (например, «Заблокировать отправителя»). Детализированный отчет содержит скриншоты подозрительных страниц (если доступны), список угроз и рекомендации: отключить ссылку, включить двухфакторную аутентификацию или сообщить о фишинге администраторам платформы.

Для обеспечения безопасности все взаимодействия с внешними API шифруются по протоколу HTTPS. Чтобы снизить нагрузку на VirusTotal и ускорить обработку запросов, реализовано кэширование результатов: повторные проверки одного URL выполняются локально без обращения к серверу.

Таким образом, методология сочетает асинхронную обработку, многоуровневый анализ угроз и продуманный UX-дизайн, что делает бот не только эффективным, но и удобным для повседневного использования.

Перспективы развития:

Перспективами развития являются:

- 1) интеграция с сервисами анализа сокращенных URL (bit.ly, t.me) для раскрытия исходного адреса перед проверкой;
- 2) реализация веб-панели для администрирования и статистики, что упростит мониторинг активности бота и анализ угроз;
- 3) внедрение образовательных модулей внутри бота (например, короткие инструкции по распознаванию фишинга), направленных на повышение цифровой грамотности пользователей.

Заключение

Разработанный Telegram-бот на базе aiogram и VirusTotal API обеспечивает эффективную автоматизированную проверку ссылок на вредоносность. Использование асинхронного подхода позволило достичь высокой производительности и отзывчивости системы, что особенно важно в условиях больших потоков сообщений и требований к оперативности реакции. Бот не только минимизирует риски фишинговых атак, но и способствует формированию безопасной цифровой среды, предоставляя пользователям инструмент для самостоятельной проверки ссылок в режиме реального времени.

Литература

1. VirusTotal API Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://developers.virustotal.com>. – Дата доступа : 28.03.2025.

2. Aiogram Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа : **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки..** – Дата доступа : 28.03.2025.

3. Фишинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фишинг>. – Дата доступа : 28.03.2025.

Р. Д. Савенко, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

ПРИМЕНЕНИЕ AUTOMAPPER ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ В WEB API НА БАЗЕ ASP.NET CORE

В современных веб-приложениях, особенно в контексте разработки API, часто возникает необходимость работы с различными представлениями данных на разных уровнях архитектуры, каждый из которых имеет свои специфические требования. Например, сущности базы данных могут содержать технические поля, которые не должны передаваться клиенту, или, наоборот, клиентские модели могут требовать агрегации данных из нескольких источников.

Это приводит к необходимости преобразования (маппинга) объектов между слоями приложения.

В ASP.NET Core маппинг может выполняться вручную с помощью самописных методов. Этот подход прост в использовании, но имеет ограничения в гибкости, особенно при работе со сложными иерархиями объектов или при частых изменениях структуры данных. Помимо этого, ручное преобразование требует написания большого объема шаблонного кода.

Для решения описанных проблем была разработана библиотека AutoMapper, которая позволяет автоматизировать процесс преобразования объектов между различными типами моделей, значительно сокращая объем рутинного кода.

В основе библиотеки лежит система декларативной настройки правил маппинга с использованием простого и понятного текучего интерфейса. Разработчик лишь описывает, какие свойства и как должны преобразовываться, а библиотека берет на себя всю техническую реализацию этого процесса и динамически генерирует нужный код.

Таким образом, AutoMapper позволяет более эффективно разрабатывать приложения, избавляя разработчиков от написания избыточного кода, снижая вероятность ошибок, а также делая сам процесс маппинга прозрачным и легко управляемым.

И. М. Салей
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ В ВИДЕОПОТОКЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ

Системы видеонаблюдения играют ключевую роль в обеспечении безопасности и управлении дорожным движением. Автоматизация процессов обнаружения и отслеживания объектов в видеопотоках может значительно повысить эффективность этих систем. Было проведено исследование открытых программных решений и современных технологий компьютерного зрения с целью разработки системы мониторинга соблюдения правил дорожного движения, особенно на пешеходных переходах и оценки его производительности на реальных данных.

С ростом сложности и автономности интеллектуальных систем актуальность их внедрения в повседневную жизнь лишь увеличивается. Однако, несмотря на автоматизацию, человек остается неотъемлемой частью систем безопасности, и важность его роли в реагировании на различные ситуации сохраняется [1]. В этом контексте видеонаблюдение проникает в различные сферы жизни, от коммунального хозяйства до государственного управления, и его роль в обеспечении безопасности неуклонно растет [2]. Настоящее исследование направлено на создание системы, которая способна в реальном времени анализировать видеопотоки, фиксировать нарушения и предоставлять статистику для дальнейшего использования.

Для реализации системы был использован открытый датасет “Traffic Red Light Violation” с платформы Roboflow Universe [3], содержащий аннотированные изображения и видеопотоки, что позволило обучить модель на реальных данных дорожного движения. Датасет был предобработан: изображения приведены к размеру 640x640 пикселей, а также применена аугментация (отражение, повороты, изменение яркости), что повысило устойчивость модели к различным условиям съемки.

Модель YOLOv8 была обучена с использованием следующих параметров: размер изображения 640x640, размер пакета 16, 10 эпох. В результате обучения достигнуты высокие показатели точности: mAP50 91,8 % и mAP50-95 74,7 %, что свидетельствует о высокой эффективности модели в задачах обнаружения объектов [4]. Для отслеживания объектов применен алгоритм BoT-SORT [5], который улучшает ассоциацию объектов через фильтры Калмана и метрику IoU, обеспечивая надежное отслеживание даже при частичном перекрытии объектов.

Разработанное программное обеспечение написано на языке Python с использованием библиотеки OpenCV для обработки изображений и фреймворка Ultralytics для работы с YOLOv8 [6]. Система включает функции обнаружения светофоров, транспортных средств, визуализации пешеходных переходов и подсчета нарушений. Для визуализации пешеходного перехода используется метод выделения контуров на основе пороговой обработки изображения, что позволяет точно определять его положение относительно светофора. Реализация системы включает следующие этапы:

- загрузка видеопотока с помощью OpenCV;
- обнаружение объектов с использованием YOLOv8 для идентификации светофоров и транспортных средств;
- отслеживание объектов с применением BoT-SORT для присвоения уникальных идентификаторов и анализа траекторий;
- анализ нарушений путем проверки пересечения транспортных средств с зоной пешеходного перехода на красный свет.

Эти шаги обеспечивают полную автоматизацию процесса мониторинга.

Разработанная система продемонстрировала высокую точность: mAP50 91,8 %, mAP50-95 74,7 %, box_loss 0.6116, cls_loss 0.8575. Успешно идентифицированы светофоры (по цвету), транспортные средства (автомобили, автобусы, мотоциклы) и пешеходные переходы. Интеграция с BoT-SORT обеспечила надежное отслеживание объектов, даже при частичном перекрытии, с присвоением уникальных идентификаторов и мониторингом траекторий. Система способна подсчитывать количество транспортных средств, пересекающих пешеходные зоны на красный свет, предоставляя статистику в реальном времени.

На рисунке 1 представлен пример работы системы: на кадре видеопотока обозначены обнаруженные объекты (светофоры, автомобили) с их уникальными идентификаторами, а также визуализирован пешеходный переход. Система корректно определяет положение перехода ниже светофора и отслеживает перемещение транспортных средств, фиксируя пересечения.

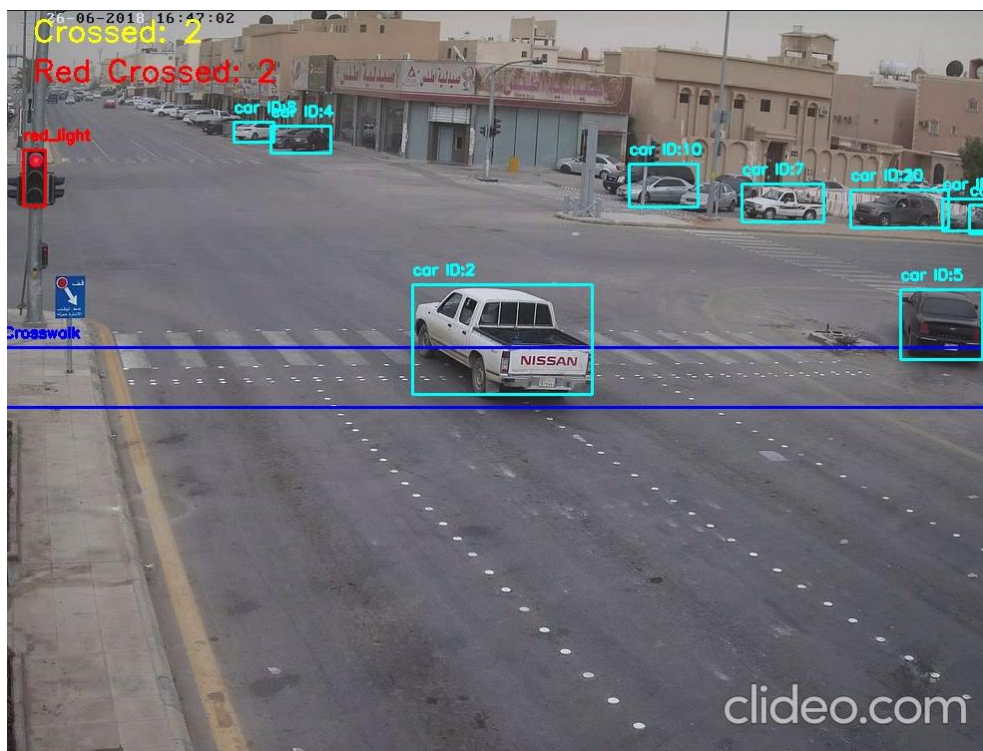


Рисунок 1 – Пример работы системы: обнаружение и отслеживание объектов с визуализацией пешеходного перехода

Тестирование проводилось на видеозаписях с различными условиями освещения и плотностью движения, что подтвердило устойчивость системы. Средняя скорость обработки составила около 15 кадров в секунду на оборудовании средней мощности (CPU Intel Core i5, 8 ГБ ОЗУ), что приемлемо для задач мониторинга в реальном времени.

Результаты подтверждают применимость системы для управления дорожным движением, особенно в образовательных и охранных целях. Однако выявлены и ограничения: низкая производительность на слабом оборудовании, сложности в условиях сложной съемки (например, при плохом освещении или перекрытии объектов) и высокие требования к вычислительным ресурсам. Для устранения этих недостатков предлагаются следующие улучшения: оптимизация программного обеспечения, развертывание на облачных серверах, интеграция трансформерных моделей (DETR, Vision Transformers) [7] и расширение датасета для повышения точности.

Современные методы обработки видеопотока, основанные на трансформерных архитектурах, представляют собой перспективное направление, способное повысить точность и устойчивость систем компьютерного зрения [8]. Их применение может стать следующим шагом в развитии проекта, особенно для обработки сложных сценариев, таких как плотный трафик или неблагоприятные погодные условия. Кроме того, возможно расширение функционала системы для учета дополнительных типов нарушений, например, превышения скорости или неправильной парковки.

Таким образом, была успешно реализована система обнаружения и отслеживания объектов в видеопотоке для мониторинга дорожного движения. Достигнута высокая точность, подтверждена возможность практического применения. Дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на оптимизации и расширении функционала для более сложных сценариев, таких как распознавание дополнительных типов нарушений или интеграция с системами умного города.

Литература

1. Информационная безопасность (тренды) [Электронный ресурс] / TAdviser – портал выбора технологий и поставщиков. – Режим доступа : https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Главные_тенденции_в_защите_информации. – Дата доступа : 04.11.2024.
2. Видеонаблюдение: не только безопасность | Журнал сетевых решений/LAN | Издательство «Открытые системы» [Электронный ресурс] / Издательство «Открытые системы». – Режим доступа: <https://www.osp.ru/lan/2012/12/13033036>. – Дата доступа: 04.11.2024.
3. Traffic Red Light Violation Computer Vision Project [Электронный ресурс] / Roboflow Universe: Computer Vision Datasets. – Режим доступа : <https://universe.roboflow.com/uninova/traffic-red-light-violation-izf63>. – Дата доступа : 27.11.2024.
4. Обучение пользовательских наборов данных с помощью Ultralytics YOLOv8 в Google Colab [Электронный ресурс] / Ultralytics | Революция в мире искусственного интеллекта для зрения. – Режим доступа : <https://www.ultralytics.com/ru>. – Дата доступа : 21.11.2024.
5. BoT-SORT: Robust Associations Multi-Pedestrian Tracking [Электронный ресурс] / arXiv. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2206.14651>. – Дата доступа: 14.11.2024.
6. Bradsy G., Kaehler A. Learning OpenCV. / Bradsy G., Kaehler A. – Sebastopol : O'Reilly Media Inc., 2008. – 9 р.
7. End-to-End Object Detection with Transformers [Электронный ресурс] / arXiv. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/2005.12872>. – Дата доступа: 27.11.2024.
8. Vision Transformer (ViT) [Электронный ресурс] / Hugging Face – The AI community building the future. – Режим доступа : https://huggingface.co/docs/transformers/main/model_doc/vit. – Дата доступа : 27.11.2024.

В. В. Святченко-Дробышевская

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ПДД-АЛИСА» ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В последние годы информационные технологии, используемые в обучении, контроле и самоконтроле знаний, значительно продвинулись. Одной из наиболее востребованных сфер является изучение правил дорожного движения (ПДД), ведь освоение их теоретических основ – обязательное условие для получения водительского удостоверения. В этом свете создание мобильного приложения для подготовки к экзамену по ПДД становится актуальным решением, предоставляя пользователям удобный и интерактивный способ освоения материала.

В докладе говорится о разработке мобильного приложения для изучения ПДД. Для реализации используются:

- среда мобильной разработки для Android Studio [1, 2] и язык программирования Java;
- менеджер для работы с базами данных SQLiteStudio [3];
- реляционная база данных SQLite.

Android Studio – официальная среда разработки для платформы Android. В качестве языка программирования используется Java, что обеспечивает стабильность и широкую поддержку. Android Studio, предоставляет инструменты для верстки пользовательского интерфейса, отладки и тестирования приложения, что позволяет эффективно реализовать такие функции, как прохождение тестов, сохранение результатов в базе данных SQLite.

Благодаря взаимодействию базы данных с приложением пользователь может сохранять результаты пройденных тестов и анализировать их, тем самым контролируя свои знания. В базе данных содержится 3 таблицы: Question – содержание вопросов; Theme – темы вопросов; Result – результаты прохождения тестов.

Таблица Question содержит следующие поля: id (INTEGER) – уникальный идентификатор вопроса; image(TEXT) – название изображения, связанного с вопросом (может быть NULL, если изображения нет); question (TEXT) – текст вопроса; answerOne (TEXT) – текст первого варианта ответа; answerTwo (TEXT) – текст второго варианта ответа; answerThree (TEXT) – текст третьего варианта ответа (может быть NULL); answerFour (TEXT) – текст четвертого варианта ответа (может быть NULL); rightAnswer (INTEGER) – номер правильного ответа (1, 2, 3 или 4); theme_id (INTEGER) – внешний ключ, ссылающийся на тему, к которой относится вопрос.

В таблице Theme всего два поля: id(INTEGER) – уникальный идентификатор темы и name(TEXT) – название темы.

Таблица Result включает в себя: id (INTEGER) – уникальный идентификатор результата; date(TEXT) – дата получения результата пользователем; right (INTEGER) – количество правильных ответов, которые дал пользователь; theme_id (INTEGER) – внешний ключ, ссылающийся на тему, по которой был пройден тест.

Основная функциональность приложения:

- отображение тем для тестов;
- возможность проходить тесты по разным темам с сохранением результатов в базе данных;
- использование технологии Speech-to-Text/Text-to-Speech [4] для прохождения тестов;
- отображение списка всех вопросов включает формулировку вопроса, воспроизведение картинки (если она нужна) и вариантов ответов на вопросы;
- отображение результатов прохождения теста по той или иной теме, включает тему, по которой тест был пройден, дату прохождения теста и соотношение правильных ответов к общему числу вопросов по теме;
- удаление результатов теста с предварительным подтверждением.

На рисунке 1 представлена структурная схема приложения.

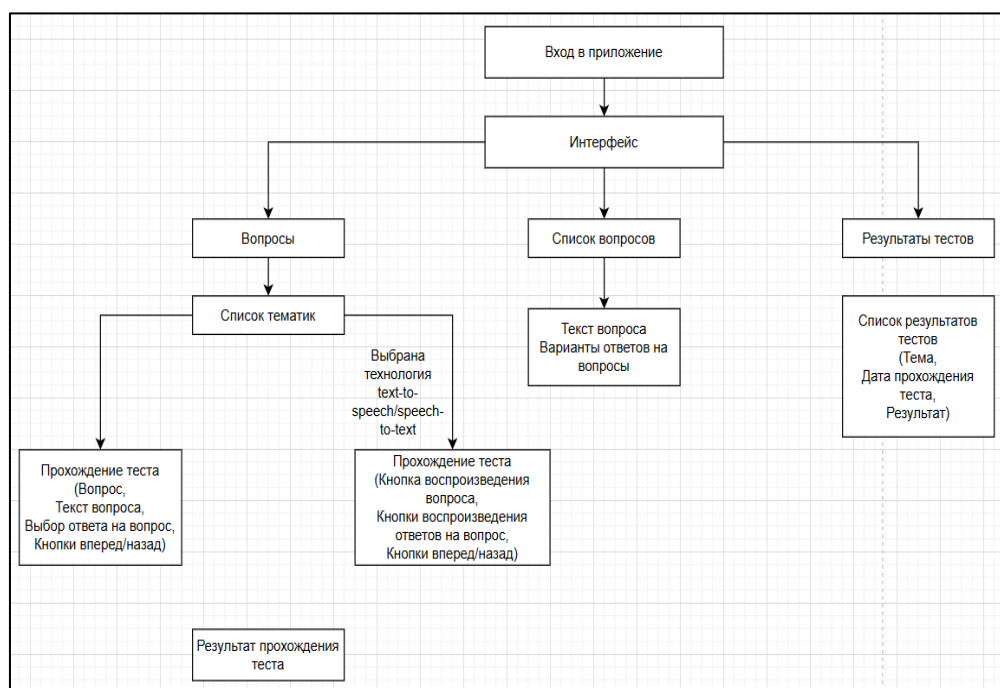


Рисунок 1 – Структурная схема приложения «ПДД-АЛИСА»

Приложение «ПДД-Алиса» предполагает использование технологии Speech-to-Text/Text-to-Speech и обеспечивает интерактивное обучение в наиболее удобной форме его использования (можно проходить тесты в любое время, тем самым планируя свою занятость в ожидании или в перерывах). Последнее не только упрощает изучение правил дорожного движения, но и делает его более увлекательным и продуктивным.

Приложение обладает интуитивно понятным интерфейсом: при входе в приложение на главной странице пользователь видит три активные кнопки – «Вопросы», «Список вопросов» и «Результаты».

При нажатии на кнопку «Вопросы» происходит переход на страницу со списком тематик вопросов. Каждый элемент списка является кнопкой, при нажатии на которую у пользователя появится выбор: пройти обычный тест или с использованием технологии Speech-to-Text/Text-to-Speech. Далее пользователь перейдет к прохождению теста.

Каждый тест состоит из нескольких вопросов. На странице с каждым вопросом можно увидеть счетчик вопросов, картинку по теме вопроса (если картинки нет, то видна надпись «Вопрос без картинки»), текст вопроса, варианты ответов на вопрос и две стрелки для переключения на следующий или предыдущий вопрос. После завершения теста пользователь увидит результаты: количество правильных и неправильных ответов и две кнопки: «На главную страницу» и «Просмотр всех вопросов».

Если пользователь выберет технологию Speech-to-Text/Text-to-Speech, то интерфейс будет отличаться: вместо текста вопроса появится кнопка, нажав на которую можно услышать текст вопроса. Ниже, вместо вариантов ответа, также будут кнопки с номерами, по нажатию на которые прозвучит соответствующий вариант. Приняв решение, необходимо нажать кнопку «Ответить» и произнести свой ответ («Один», «Два», «Три» или «Четыре»). После это кнопка с соответствующим ответом меняет свой цвет. Для сохранения результата пользователь просто нажимает стрелку вперед или назад.

При нажатии на кнопку «Список вопросов» пользователь переходит на страничку, где можно увидеть список всех вопросов и всех вариантов ответов.

При нажатии на кнопку «Результаты» пользователь переходит на страничку, где виден список со всеми результатами прохождения тестов. Каждый элемент списка содержит название темы, по которой был произведен тест, дату прохождения теста и количество правильных ответов в соотношении с количеством всех вопросов в тесте. Пользователь также может удалить результат теста. При удалении появляется подтверждающий диалог, чтобы избежать случайного удаления.

Актуальность разработки мобильного приложения для изучения ПДД обусловлена следующими причинами:

- благодаря интерактивному обучению процесс обучения становится увлекательнее и материал лучше запоминается, а это важно для людей, которые готовятся к экзаменам и хотят освежить свои знания;
- заинтересованностью потенциальных пользователей в автоматизации процесса подготовки к экзаменам, повышающим уверенность в своих знаниях, при получении водительских прав;
- мобильный формат приложения позволяет овладевать знаниями в фоновом режиме, тренируясь при выполнении физической нагрузки или во временные интервалы ожидания.

Интерактивная форма обучения, востребованная предметная направленность интерактивных тестов, возможность тренировок с использованием голосового режима обеспечат привлекательность приложения для студентов автошкол, начинающих водителей и всех тех, кто захочет освежить свои знания в области ПДД.

Проект направлен на повышение осведомленности пользователей о безопасности на дорогах, что, в свою очередь, поможет снизить количество дорожных происшествий.

Литература

1. Сайт «Developers» с документацией и советами для работы с IDE Android studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://developer.android.com/studio/intro?hl=ru>. – Дата доступа : 15.03.2025.
2. Уроки Андроид Студии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/playlist?list=PLDyJYA6aTY1nZqYprT1PKtDFthBcZWAMZ>. – Дата доступа : 16.03.2025.
3. Официальный сайт SQLite [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.sqlite.org/docs.html>. – Дата доступа : 10.03.2025.
4. Статья «Speech to text | Android Studio | Java» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://medium.com/@atifsayings/speech-to-text-android-studio-java-7e91a1147e5b> – Дата доступа : 15.02.2025.

Д. Н. Семененко, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ НА C# В LINUX СИСТЕМАХ

Основной проблемой при разработке на C# в Linux является отсутствие нативной поддержки классических Windows-ориентированных GUI-фреймворков, таких как WinForms и WPF. Эти технологии, стандартные для .NET-экосистемы, не интегрируются с Linux-окружением, что вынуждает разработчиков искать кроссплатформенные альтернативы – например, GTK#, Avalonia или QtSharp.

Дополнительная сложность связана с отсутствием полноценных визуальных инструментов проектирования интерфейсов, сопоставимых с редакторами Visual Studio. Это увеличивает время на ручную верстку, отладку и адаптацию логики под Linux-специфику. Для снижения порога входа разработчики часто комбинируют универсальные фреймворки (например, .NET MAUI) со сторонними средами вроде JetBrains Rider или VS Code с плагинами, что частично компенсирует функциональные пробелы, но не устраняет их полностью.

Для решения описанных задач разработчики используют Avalonia UI – кроссплатформенный фреймворк, вдохновленный WPF. Он позволяет создавать интерфейсы через XAML с поддержкой MVVM-паттерна и работает на .NET 6/8. Avalonia обеспечивает единую кодовую базу для Windows, macOS и Linux, но требует изучения XAML и не имеет встроенного визуального редактора уровня Visual Studio.

JetBrains Rider – профессиональная IDE, заменяющая Visual Studio на Linux. Она предлагает интеллектуальный анализ кода, интеграцию с Docker, продвинутые инструменты рефакторинга и поддержку Avalonia. Однако Rider является платным решением и не решает проблему проектирования интерфейсов.

GTK# остается нишевым решением для нативных Linux-приложений. Библиотека обеспечивает интеграцию с GNOME, но ее инструменты дизайна (например, Stetic) устарели, а поддержка современных функций .NET ограничена.

Несмотря на текущие ограничения, экосистема .NET в Linux продолжает развиваться, открывая новые возможности для гибкой и масштабируемой разработки, но требует от разработчиков готовности к экспериментам и глубокого понимания как .NET, так и Linux-специфики.

ВИРТУАЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ЭМУЛЯЦИЯ: ЗАПУСК WINDOWS-ПРИЛОЖЕНИЙ НА LINUX

Многие образовательные программы и специализированное ПО (например, инженерные пакеты, Microsoft Office) доступны только для Windows, что создает сложности для пользователей Linux. Для решения этой задачи используются три ключевых подхода: VirtualBox [1] (полная виртуализация), Wine [2] (слой совместимости) и Docker [3] (контейнеризация). Каждый метод подходит для разных сценариев и имеет свои технические особенности. Но не во всех случаях требуется прибегать к таким методам, ведь некоторые дистрибутивы Linux, как Linux Mint, поставляются с нативными офисными пакетами, позволяющими обойтись без установки Windows-версий программ.

VirtualBox обеспечивает полную виртуализацию Windows в изолированной среде. После установки через терминал (`sudo apt install virtualbox` для Debian/Ubuntu) и загрузки образа Windows пользователь получает доступ к любой Windows-программе. Главное достоинство – почти полная совместимость, включая ресурсоемкие приложения вроде AutoCAD или MATLAB. Однако метод требует значительных ресурсов: минимум 4 ГБ оперативной памяти и выделение места на диске под виртуальную машину. Дополнительные сложности включают настройку общих папок и проброс USB-устройств.

Wine – слой совместимости, преобразующий вызовы Windows API в Linux-аналоги. Установка выполняется командой `sudo apt install wine`, а управление упрощается через графические оболочки вроде PlayOnLinux. Wine позволяет запускать .exe-файлы напрямую, без виртуализации, что обеспечивает высокую производительность. Например, Notepad++ или Excel 2010 работают почти нативно. Однако поддержка современных приложений (Office 365, игр с DirectX 12) ограничена, а для настройки зависимостей часто требуется ручное вмешательство через winetricks.

Docker контейнеризует приложения, изолируя их зависимости. С применением предварительно настроенных образов с Wine (например, jess/wine) можно запускать Windows-приложения в изолированном окружении. Пример команды для проброса графики выглядит следующим образом: `docker run -it --rm -e DISPLAY -v /tmp/.X11-unix:/tmp/.X11-unix jess/wineprogram.exe`. Контейнеризация обеспечивает переносимость и строгий контроль версий библиотек, что актуально для воспроизведения критически важного окружения (например, в академических исследованиях или при работе с legacy-кодом). В то же время данный метод требует дополнительной настройки X11-сервера (например, командой `xhost +local:docker`) и менее пригоден для мультимедийных приложений.

Запуск Windows-приложений на Linux остается актуальной задачей из-за ограниченной доступности специализированного ПО. VirtualBox идеален для полной изоляции и совместимости, но требует значительных ресурсов. Wine обеспечивает высокую производительность для старых приложений, однако его настройка зачастую нетривиальна. Docker предоставляет баланс между изоляцией и гибкостью, особенно для академических и legacy-проектов. Основным критерием выбора выступает поиск оптимального баланса между производительностью системы, совместимостью компонентов и затратами ресурсов. При этом развитие нативных альтернатив (например, офисных пакетов в Linux Mint) и технологий вроде Proton для игр в перспективе должно снизить зависимость от функционала Windows.

Литература

1. VirtualBox [Электронный ресурс]: Oracle VM VirtualBox User Manual. – Режим доступа : <https://www.virtualbox.org/manual/UserManual.html>. – Дата доступа: 20.03.2025.

2. GitLab [Электронный ресурс]: Wine User's Guide. – Режим доступа : <https://gitlab.winehq.org/wine/wine/-/wikis/Wine-User's-Guide>. – Дата доступа : 22.03.2025.
3. Docker [Электронный ресурс]: Docker Manuals. – Режим доступа : <https://docs.docker.com/manuals/>. – Дата доступа : 24.03.2025.

Д. А. Семизаров
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ РЕПЛИЦИРОВАННЫХ СХЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

В современном мире защита данных играет ключевую роль, особенно в условиях развития цифровых технологий. Одним из важных направлений криптографии является разделение секрета, которое используется для обеспечения безопасности информации в распределенных системах. Классические схемы разделения секрета, такие как схема Шамира, эффективно решают задачу распределения данных между участниками, однако имеют ограничения в устойчивости к сбоям и необходимости точного количества участников для восстановления секрета. Для решения этих проблем была предложена реплицированная схема разделения секрета (RSS), позволяющая дублировать части секрета и распределять их так, чтобы даже при потере некоторых долей секрет мог быть восстановлен.

В данной работе рассматривается процесс проектирования обучающего модуля, направленного на изучение принципов работы и применения RSS в криптографии. Разработанное приложение представляет собой программный комплекс, включающий в себя теоретический материал и интерактивные задания, позволяющие закрепить знания. В рамках исследования проведен анализ различных методов разделения секрета, разработан алгоритм RSS и реализована его программная модель на языке C++ с использованием библиотеки Qt. Приложение включает визуальное отображение теоретического материала и интерфейс для проверки решений в практической части.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что RSS обладает значительными преимуществами перед традиционными пороговыми схемами, обеспечивая повышенную отказоустойчивость и гибкость при распределении секретных данных. Разработанное обучающее приложение может использоваться в учебном процессе факультета математики и информатики ГрГУ, а также в аналогичных образовательных учреждениях для подготовки специалистов в области криптографии и компьютерной безопасности.

В. Ф. Ситник
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **Е. В. Дирвук**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗВЕДКИ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ (OSINT), КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОПЕРАТИВНОСТИ АНАЛИЗА УГРОЗ

В последние десятилетия мы стали свидетелями стремительного увеличения объемов данных, доступных в открытых источниках. С учетом роста цифровизации и появления новых технологий, таких как Интернет вещей, социальные сети, блоги и специализированные платформы, информация доступна как никогда ранее. Однако этот избы-

ток данных представляет собой как вызов, так и возможность – особенно в контексте разведывательной деятельности. Открытые источники информации (ОСИНТ) позволяют собирать обширные массивы данных, которые при правильном анализе могут стать мощным инструментом для выявления и предотвращения угроз.

Автоматизация исследований в области ОСИНТ – это процесс, который значительно повышает эффективность аналитики, позволяет ускорить реагирование на изменяющуюся обстановку и улучшить качество принимаемых решений. В данной работе мы подробно рассмотрим основные аспекты этой темы, проанализируем значимость ОСИНТ для разведывательных операций, а также обсудим технологии автоматизации, которые способны революционно изменить подход к анализу собранной информации.

1. Значение ОСИНТ в разведывательных операциях

ОСИНТ представляет собой широкий спектр данных, собираемых из различных открытых источников, включая:

- массовые медиа (телевидение, радио, пресса): эти источники предоставляют новости и события, которые могут иметь значение для анализа угроз или политической ситуации;
- социальные сети (Facebook, Twitter, Instagram): платформы, где пользователи общаются, делятся мнениями и выражают свои эмоции, могут предоставить ценные сведения о настроениях общества и потенциальных угрозах;
- форумы и блоги: специализированные обсуждения могут выявить мнения отдельных групп и проявлять интересы, которые могут быть полезны для глубокого понимания ситуации;
- официальные документы и отчеты: доступ к правительственным и исследовательским материалам может предоставлять данные, необходимые для полного анализа.

Эти источники содержат различную информацию от анализа социальных настроений до признаков потенциального поведения злоумышленников. Эффективное использование ОСИНТ позволяет организациям и государственным службам быстро реагировать на угрозы, основанные на актуальных данных. ОСИНТ также помогает минимизировать риски, связанные с недостатком информации, и позволяет лучше подготовиться к различным сценариям.

2. Автоматизация как инструмент повышения эффективности

Для эффективного использования ОСИНТ в разведке необходимо решать проблему острого избытка данных. В этом контексте автоматизация становится ключевым фактором, который позволяет обрабатывать и анализировать информацию более эффективно. Ключевые компоненты автоматизации процесса исследований включают:

- системы сбора данных (scraping tools): Эти инструменты позволяют автоматизировать процесс извлечения информации с веб-сайтов, социальных сетей и других ресурсов, что значительно экономит время и усилия аналитиков;
- обработка естественного языка (NLP): Эта технология позволяет обрабатывать текстовые данные и извлекать смысловую информацию, а также автоматизировать такие процессы, как анализ отзывов, идентификация ключевых тем и многопрофильный анализ;
- машинное обучение и искусственный интеллект (AI): Эти технологии позволяют создавать модели анализа больших данных, которые могут автоматически выявлять аномалии, предсказывать поведение и классифицировать события на основе предыдущих данных.

Кроме того, автоматизированные системы могут обрабатывать информацию в реальном времени, что особенно важно для быстрого реагирования на сложившиеся угрозы. С помощью этого подхода разведывательные организации могут более эффективно выявлять угрозы, взаимодействовать с пользователями и обеспечивать проактивные меры на основе данных, собранных в открытых источниках.

3. Примеры применения автоматизации и ОСИНТ в разведке

Автоматизация и использование ОСИНТ находят все более широкое применение в различных сферах. Рассмотрим несколько примеров:

- мониторинг социальных сетей: системы могут автоматически отслеживать определенные ключевые слова или фразы, что позволяет выявлять потенциальные угрозы, связанные с терроризмом, насилием или другими преступлениями. Например, службы безопасности могут отслеживать обсуждения, касающиеся планирования акций протеста или террористических актов, что позволяет предотвратить потенциальные ситуации;
- анализ больших данных: использование алгоритмов машинного обучения позволяет обрабатывать огромные объемы информации, извлекая паттерны и связи между различными событиями и личностями. Это позволяет аналитикам выявлять скрытые взаимосвязи, которые могли бы быть упущены при ручном анализе;
- прогнозирование и моделирование: алгоритмы, основанные на исторических данных, могут применяться для прогнозирования вероятных конфликтов на основе текущих тенденций. Это дает возможность разведывательным службам подготовиться к потенциальным угрозам заранее;
- интеграция географической информации: системы автоматизации могут сочетать данные из открытых источников с геолокационной информацией, что позволяет визуализировать угрозы на картах и оценивать их влияние на конкретные регионы или объекты.

4. Интеграция технологий и ОСИНТ для стратегического надзора

Интеграция современных технологий с ОСИНТ не только улучшает процессы сбора и анализа данных, но и создает уникальные возможности для стратегического надзора. Использование автоматизированных систем позволяет:

- объединять информацию из разных источников: это позволяет аналитикам получить полное представление о ситуации, что делает анализ более глубоким и информированным;
- автоматически генерировать отчеты: создание регулярных отчетов о состоянии безопасности на основе данных ОСИНТ позволяет руководству принимать более обоснованные решения и обеспечивать правильное распределение ресурсов;
- упрощать процессы управления данными: автоматизированные системы могут систематизировать и хранить данные, обеспечивая их доступность для дальнейшего анализа и использования.

Интеграция технологий с ОСИНТ создает сложные, взаимосвязанные системы, которые могут выявлять угрозы и принимать оперативные меры даже при недостатке данных.

Автоматизация исследований в области ОСИНТ представляет собой важный шаг вперед для современных разведывательных служб и организаций безопасности. Использование технологий сбора, обработки и анализа данных в сочетании с информацией из открытых источников создает мощный инструмент для анализа угроз и принятия обоснованных решений.

В условиях стремительно меняющегося информационного ландшафта обеспечение стратегического надзора с применением автоматизации будет служить основой для предсказания и предотвращения рисков, что критически важно для обеспечения безопасности на различных уровнях. Понимание того, как автоматизация и ОСИНТ пересекаются и дополняют друг друга, представляет собой ключ к успеху в борьбе с современными угрозами и вызовами.

Таким образом, концепция автоматизации исследований и использование ОСИНТ представляют собой два взаимодополняющих компонента, способствующих развитию и повышению эффективности разведывательных операций в современных условиях. Рекомендуется продолжить исследования в этой области, чтобы оптимизировать существующие методы и разрабатывать новые подходы, которые помогут избежать возможных угроз и рисков в будущем.

И. А. Скрипинский
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. тех. наук, доцент

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ АНАЛИЗА БИНАРНОГО КОДА

Современные киберугрозы демонстрируют устойчивую тенденцию к усложнению, что требует развития методов анализа бинарного кода как ключевого инструмента обеспечения информационной безопасности. Анализ бинарного кода позволяет не только выявлять уязвимости в программном обеспечении, но и исследовать механизмы работы вредоносных программ, а также проводить реверс-инжиниринг защищенных приложений. Целью данной работы является систематизация методов анализа бинарного кода [1-3], оценка их эффективности и разработка перспективных направлений для дальнейших исследований.

Цель работы – исследование методов анализа бинарного кода и их применение для выявления уязвимостей, анализа вредоносного ПО и реверс-инжиниринга. Объектом исследования является бинарный код, а предметом – средства и методы его анализа.

Анализ бинарного кода включает два основных подхода: статический и динамический.

Статический анализ выполняется без запуска программы и включает дизассемблирование, декомпиляцию и символьное выполнение. Инструменты, такие как IDA Pro, Ghidra и Radare2, позволяют исследовать структуру кода, выявлять скрытые функции и потенциальные уязвимости.

Статический анализ бинарного кода требует детального изучения его структуры и семантики. Одним из ключевых этапов является дизассемблирование, которое преобразует машинный код в ассемблерные инструкции. Современные дизассемблеры, такие как IDA Pro и Ghidra, используют алгоритмы рекурсивного спуска и линейного сканирования для точного восстановления кода. Однако, даже при использовании продвинутых инструментов, исследователь может столкнуться с проблемами, такими как обфускация кода или перекрытие инструкций (overlapping instructions).

Декомпиляция представляет собой более сложный процесс, направленный на восстановление высокоуровневого представления кода, близкого к исходному. Инструменты, например, Ghidra и RetDec, применяют методы анализа потока данных и управления для генерации псевдокода. Несмотря на это, декомпиляция не всегда дает точный результат из-за потери информации при компиляции, такой как имена переменных и комментарии.

Символьное выполнение (symbolic execution) позволяет анализировать все возможные пути выполнения программы, используя символьные переменные вместо конкретных значений. Инструменты, такие как Angr и KLEE, применяют этот метод для обнаружения уязвимостей, включая переполнение буфера и утечки памяти. Однако, символьное выполнение требует значительных вычислительных ресурсов и может столкнуться с проблемой «взрыва путей» (path explosion), особенно в сложных программах.

Динамический анализ предполагает выполнение программы в контролируемой среде, что позволяет исследовать ее поведение в реальном времени. Одним из основных инструментов является отладчик, такой как GDB или x64dbg, который позволяет пошагово выполнять код, устанавливать точки останова и анализировать состояние регистров и памяти.

Для мониторинга системных вызовов и библиотечных функций используются инструменты, такие как strace (для Linux) и API Monitor (для Windows). Они позволяют отслеживать взаимодействие программы с операционной системой, что

особенно полезно при анализе вредоносного ПО. Например, с их помощью можно выявить попытки доступа к критическим файлам или сетевые соединения.

Эмуляция, как часть динамического анализа, позволяет запускать код в изолированной среде, что минимизирует риски для основной системы. Инструменты, такие как QEMU и Unicorn, предоставляют возможности эмуляции процессоров и анализа кода на различных архитектурах. Однако, эмуляция может быть замедлена из-за накладных расходов и не всегда точно воспроизводит поведение реального оборудования.

В ходе исследования были проанализированы распространенные уязвимости, такие как переполнение буфера и инъекция кода. На примере программы на языке C продемонстрирована эксплуатация уязвимости переполнения буфера, которая позволяет изменить адрес возврата и выполнить произвольный код. Для анализа использовались инструменты статического (IDA free) и динамического (GDB) анализа. Результаты показали, что даже простые ошибки в управлении памятью могут привести к серьезным последствиям, включая выполнение вредоносного кода.

Отдельно рассмотрена задача инъекции shellcode (рисунок 1), где продемонстрирован процесс внедрения и выполнения машинного кода в уязвимую программу. Использование ассемблерного кода для вызова системных команд (например, чтение файлов) подтвердило опасность таких уязвимостей.

```
1  .intel_syntax noprefix
2
3  .section .text
4  .global _start
5
6  _start:
7      xor rax, rax
8      mov rax, 0x67616c662f # 'galf/'
9      push rax
10     # open('/flag', NULL, NULL)
11     lea rdi, [rsp]
12     mov rsi, 0
13     mov rdx, 0
14     mov rax, 2
15     syscall
16     # sendfile(1, flag_fd, 1, 1000)
17     mov rdi, 1
18     mov rsi, rax
19     mov rdx, 0
20     mov r10, 1000
21     mov rax, 40
22     syscall
```

Рисунок 1 – Пример Shellcode

В результате исследования были проанализированы методы анализа бинарного кода, выявлены распространенные уязвимости, такие как переполнение буфера и инъекция кода. Были рассмотрены примеры их эксплуатации, включая использование инструментов для реверс-инжиниринга. Работа показала эффективность современных методов анализа бинарного кода в задачах кибербезопасности.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на автоматизацию анализа бинарного кода с применением машинного обучения и искусственного интеллекта. Также перспективным направлением является разработка собственного программного обеспечения, ориентированного на анализ вредоносных программ, это позволит учитывать специфику современных угроз. Планируется реализация модулей для автоматического выявления уязвимостей, анализа поведения malware и генерации отчетов.

Анализ бинарного кода остается критически важным инструментом в области информационной безопасности. Несмотря на существующие методы и инструменты, такие как статический и динамический анализ, остается множество вызовов, включая обфускацию кода, полиморфные вирусы и сложные уязвимости нулевого дня.

Литература

1. Бинарные уязвимости и способы борьбы с ними [Электронный ресурс] / habr.com: Сообщество IT-специалистов. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/articles/830680/>. – Дата доступа : 10.11.2024.

2. Методы и программные средства, поддерживающие комбинированный анализ бинарного кода Падарян В. А., Гетьман А. И., Соловьев М. А., Бакулин М. Г., Борзилов А. И., Каушан В. В., Ледовских И. Н., Маркин Ю. В., Панасенко С. С. Труды Института системного программирования РАН. 2014; 26(1) : 251–276. – Режим доступа: [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2014-26\(1\)-8](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2014-26(1)-8).

3. «И невозможное возможно»: превращаем черный ящик в белый с помощью бинарного анализа [Электронный ресурс] / habr.com: Сообщество IT-специалистов. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/solarsecurity/articles/460949/>. — Дата доступа: 10.11.2024.

Д. Ч. Стецкий

(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. тех. наук, доцент

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВЕБ-УЯЗВИМОСТЕЙ

С ростом цифровизации и увеличением числа кибератак становится критически важным не только анализировать уязвимости веб-приложений, но и автоматизировать процессы их выявления и тестирования. Автоматизация анализа уязвимостей позволяет значительно сократить время на тестирование и повышает точность выявления проблем, что является необходимым в условиях постоянного роста угроз.

Ключевыми уязвимостями веб-ресурсов остаются инъекционные атаки, такие как SQL-инъекции и внедрение OS-команд. Эти атаки происходят, когда злоумышленники вставляют вредоносный код через пользовательский ввод, что может привести к несанкционированному доступу к данным. Другой серьезной угрозой является межсайтовый скриптинг (XSS, Cross-Site Scripting), при котором вредоносные сценарии выполняются в браузере пользователя, что может привести к краже сессий или данных. Подделка межсайтовых запросов (CSRF, Cross-Site Request Forgery) также представляет опасность, так как злоумышленники могут принудить пользователя выполнять действия от его имени, создавая серьезные риски, особенно в критических операциях.

Процесс автоматизированного анализа уязвимостей включает несколько ключевых этапов. На первом этапе осуществляется сбор информации о целевом веб-приложении, включая анализ его структуры и используемых технологий. Далее, с помощью специализированных инструментов, таких как сканеры уязвимостей, выполняется автоматизированное сканирование на наличие слабых мест в коде и конфигурации. Важным аспектом является настройка инструментов для выявления отсутствия валидации входных данных и других распространенных уязвимостей[1].

На этапе тестирования эксплойтов автоматизация позволяет эффективно применять различные атаки, например, внедрение кода `<script>alert('XSS')</script>` для XSS-атак или использования `' OR 1=1 --` в форме авторизации для SQL-инъекций.

Внедрение таких автоматизированных процессов значительно ускоряет выявление уязвимостей и их последующую эксплуатацию. Эскалация привилегий, осуществляемая с помощью автоматизированных сценариев, также может выявить серьезные недостатки в управлении сессиями и аутентификацией.

Проведенное исследование демонстрирует, что автоматизация анализа уязвимостей веб-приложений не только повышает эффективность тестирования, но и позволяет лучше понять, как злоумышленники могут использовать уязвимости. Интеграция автоматизированных инструментов в процессы разработки и тестирования (DevSecOps) становится обязательной для обеспечения безопасности современных веб-ресурсов.

В будущем автоматизация анализа уязвимостей будет продолжать развиваться, благодаря внедрению технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Эти технологии могут улучшить точность обнаружения уязвимостей и минимизировать количество ложных срабатываний, что, в свою очередь, повысит уровень безопасности веб-приложений. Также ожидается, что автоматизация будет интегрирована в CI/CD (непрерывная интеграция и доставка), что позволит выполнять тестирование безопасности на всех этапах разработки и значительно снизить риски, связанные с кибератаками.

Литература

1. Барабанов, А. Разработка типовой методики анализа уязвимостей в веб-приложениях при проведении сертификационных испытаний по требованиям безопасности информации / А. Барабанов. 2016. – 7 с.

Д. Н. Терещенко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. В. Воруев**, канд. техн. наук, доцент

НАСТРОЙКА КЛИЕНТСКИХ ПОРТОВ (PortFast + BPDU Guard) НА КОММУТАТОРАХ CISCO

Cisco Packet Tracer (CPT) – это симулятор сетевого оборудования, который позволяет моделировать, тестировать и анализировать работу сетей без необходимости использования реального оборудования. Это делает его незаменимым инструментом как для начинающих, так и для опытных сетевых инженеров.

PortFast – это функция протокола Spanning Tree (STP), предназначенная для портов, к которым подключаются конечные устройства (ПК, принтеры, серверы).

Обычно порты коммутатора при включении проходят несколько стадий:

- Listening – проверка наличия петель;
- Learning – изучение MAC-адресов;
- Forwarding – полная работоспособность.

Этот процесс занимает около 30 секунд, что может быть критичным при перезагрузке сети или при частом отключении/подключении устройств. PortFast позволяет порту сразу перейти в режим Forwarding, что значительно ускоряет работу сети.

BPDU (Bridge Protocol Data Unit) – это служебные сообщения протокола STP [1], с помощью которых коммутаторы определяют наличие петель в сети.

BPDU Guard – это функция, которая автоматически отключает порт, если на него приходят BPDU (рисунок 1). Это предотвращает случайное или преднамеренное подключение другого коммутатора к клиентскому порту, что могло бы нарушить работу сети и вызвать петли.

Плюсы BPDU Guard:

- защищает сеть от петель, вызванных ошибочными подключениями;
- уменьшает вероятность атак, когда злоумышленник пытается внедрить свой коммутатор в сеть;
- обеспечивает стабильность и предсказуемость работы клиентских портов.

```
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int
Switch(config)#interface range F
Switch(config)#interface range FastEthernet 0/1
Switch(config-if-range)#swi
Switch(config-if-range)#switchport mode access
Switch(config-if-range)#swi
Switch(config-if-range)#switchport access vlan 200
Switch(config-if-range)#spa
Switch(config-if-range)#spanning-tree portfast
%Warning: portfast should only be enabled on ports connected to a single
host. Connecting hubs, concentrators, switches, bridges, etc... to this
interface when portfast is enabled, can cause temporary bridging loops.
Use with CAUTION

%Portfast has been configured on FastEthernet0/1 but will only
have effect when the interface is in a non-trunking mode.
Switch(config-if-range)#spa
Switch(config-if-range)#spanning-tree bpduguard en
Switch(config-if-range)#ex
Switch(config)#ex
```

Рисунок 1 – Настройка клиентских портов (PortFast + BPDU Guard)

Настройка клиентских портов с использованием PortFast и BPDU Guard – это важный элемент обеспечения стабильной и безопасной работы сети. PortFast позволяет значительно сократить время активации портов, что особенно критично для конечных устройств, таких как ПК и принтеры. BPDU Guard, в свою очередь, предотвращает случайные или преднамеренные подключения коммутаторов к клиентским портам, что снижает риск возникновения петель и атак на сеть.

Применение данных технологий в корпоративных сетях повышает их отказоустойчивость и безопасность, а использование Cisco Packet Tracer позволяет моделировать и тестировать такие настройки без необходимости использования дорогостоящего оборудования. Таким образом, грамотная настройка сетевого оборудования играет ключевую роль в построении надежной и эффективной сети.

Литература

1. Cisco Systems. Understanding Spanning Tree Protocol (STP) Features and Configuration. – Режим доступа : <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/lan-switching/spanning-tree-protocol/24062-146.html>. – Дата доступа : 24.03.2025.

Д. Н. Терещенко

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. В. Воружев**, канд. техн. наук, доцент

НАСТРОЙКА NAT НА МАРШРУТИЗАТОРАХ CISCO

Cisco Packet Tracer – это мощный сетевой симулятор, разработанный Cisco для обучения и тестирования сетевых конфигураций без использования реального оборудования.

Он позволяет моделировать работу маршрутизаторов, коммутаторов, точек доступа и других сетевых устройств, поддерживает настройку протоколов (STP, VLAN, OSPF, NAT, ACL и др.), а также включает режим пошаговой отладки пакетов. Благодаря интуитивному интерфейсу и встроенным инструментам Packet Tracer широко применяется в подготовке к сертификациям Cisco (CCNA, CCNP) и изучению сетевых технологий, предоставляя удобную среду для экспериментов и обучения [1].

NAT (Network Address Translation) – это технология преобразования сетевых адресов, которая позволяет устройствам в частной сети (локальной сети, LAN) выходить в интернет, используя один или несколько публичных IP-адресов [2]. NAT решает две основные задачи:

- экономия IPv4-адресов – в связи с ограниченностью IPv4-адресов NAT позволяет множеству устройств внутри сети использовать один внешний (публичный) IP-адрес;
- безопасность – скрывает внутреннюю сетевую структуру, так как устройства локальной сети не имеют прямых публичных IP-адресов.

Виды NAT:

- Static NAT – привязывает один внутренний IP-адрес к одному внешнему. Используется для серверов, которым нужен постоянный публичный IP;
- Dynamic NAT – назначает внутренним устройствам публичные IP-адреса из заданного пула;
- PAT (Port Address Translation) или NAT Overload – самый распространенный тип NAT, где один публичный IP-адрес используется для множества внутренних устройств, а различие происходит за счет номеров портов.

Настройка NAT на маршрутизаторе, для того чтобы трафик из внутренней сети проходил через NAT-преобразование, показана на рисунке 1.

```
Router#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#ip nat inside source list 1 int
Router(config)#ip nat inside source list 1 interface G
Router(config)#ip nat inside source list 1 interface GigabitEthernet 1/0 ov
Router(config)#ip nat inside source list 1 interface GigabitEthernet 1/0 overload
Router(config)#acce
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.255.255
Router(config)#ex
```

Рисунок 1 – Настройка NAT на маршрутизаторе

NAT – это ключевая технология для организации доступа в интернет в локальных сетях. Она помогает экономить IPv4-адреса, повышает безопасность и позволяет устройствам внутри сети взаимодействовать с внешними ресурсами. На маршрутизаторах Cisco NAT можно настроить в различных режимах (Static, Dynamic, PAT), в зависимости от требований сети.

Литература

1. Cisco Systems. Настройка преобразования сетевых адресов (NAT). – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/ru_ru/support/docs/ip/network-address-translation-nat/13772-12.html. – Дата доступа : 25.03.2025.
2. Deltaconfig.ru. Как использовать NAT на Cisco. – Режим доступа : <https://deltaconfig.ru/how-to-use-nat/>. – Дата доступа : 26.03.2025.

А. А. Тимошенко
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **И. А. Фаняев**, канд. техн. наук, доцент

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ В ANSYS ELECTRONICS DESKTOP, ИСПОЛЬЗУЯ ИНТЕГРАЦИЮ СКРИПТОВ

Метаповерхности – искусственно созданные структуры с уникальной способностью точно контролировать параметры электромагнитных волн, что делает их незаменимыми в антенной технике, оптике, сенсорных системах и других областях, где требуется управление электромагнитным излучением. Однако их проектирование усложняется высокой вычислительной сложностью: анализ резонансных эффектов, периодических структур и многочастотных режимов требует значительных временных и ресурсных затрат. Традиционные методы моделирования в Ansys Electronics Desktop, основанные на ручной настройке компьютерных моделей через интерфейс, становятся неэффективными при работе с метаповерхностями. Изменение геометрии модели, к примеру, количество микрорезонаторов, или одного параметра в свойствах порта, где портов может достигать до сотен становится временной рутинной. Решением этой проблемы становится автоматизация через скрипты на языке Python с использованием библиотеки PyAEDT, которая позволяет превратить рутинные задачи в автоматизированные процессы, сокращая время разработки и исключая ошибки из-за многократных однообразных операций.

Скриптовая автоматизация в Ansys Electronics Desktop обеспечивает ряд преимуществ. Она существенно ускоряет процесс подготовки моделей: создание геометрии, настройка сетки и граничных условий и т.д. Например, генерация массива из тысячи элементов с уникальными параметрами для каждой ячейки занимает менее минуты. Это достигается за счет параметризации – определения ключевых переменных (размеры элементов, зазоры, углы поворота), которые затем динамически изменяются в скриптах [1]. Такой подход не только экономит время, но и минимизирует ошибки, возникающие при ручном вводе данных, особенно при работе с десятками параметров. Параметризация позволяет исследовать широкий спектр конфигураций метаповерхностей, от перестраиваемых фильтров до адаптивных антенн, адаптируя модели под конкретные требования.

Интеграция с алгоритмами машинного обучения и оптимизации становится еще одним ключевым преимуществом. Скрипты связывают Ansys Electronics Desktop с методами глобальной оптимизации, такими как генетические алгоритмы или байесовская оптимизация, что позволяет автоматически подбирать параметры для достижения целевых характеристик [2]. Например, использование NSGA-II для многокритериальной оптимизации метаповерхности может одновременно минимизировать потери и максимизировать полосу пропускания, что вручную потребовало бы несколько недель работы [3]. Дополнительно, автоматизация упрощает масштабирование задач на высокопроизводительные вычислительные системы (HPC), распределяя параметрические исследования между узлами кластера.

Методология автоматизации включает несколько ключевых этапов. На первом этапе выполняется параметризация геометрии: через PyAEDT задаются переменные для размеров элементов, материалов и частотных диапазонов, после чего генерируются структуры – от простых прямоугольных и кольцевых резонаторов до сложных многослойных элементов. Далее настраиваются граничные условия: периодические границы (Master/Slave) для моделирования бесконечных структур и Floquet-порты, корректно ориентированные относительно волновых векторов [4, 5].

На рисунке 1 представлен пример использования разработанного скрипта для построения метаповерхности состоящей из 225 микрорезонаторов. У каждого микрорезонатора используется модель полупроводникового элемента – PIN-диод – в виде двух поверхностей Lumped RLC. На каждом задается сопротивление в открытом (закрытом состоянии), индуктивность диода и электрическая емкость.

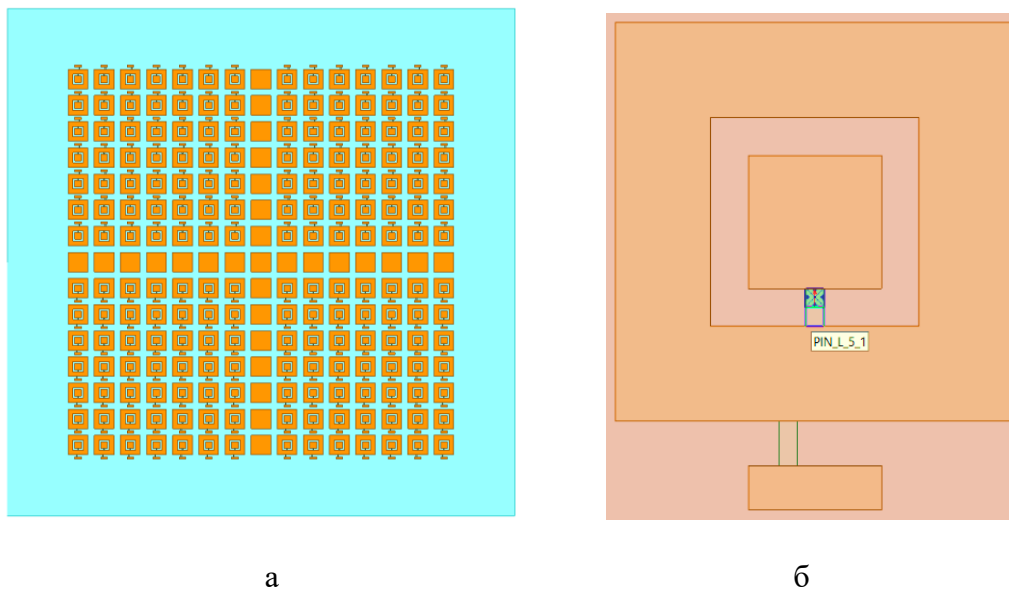


Рисунок 1 – Пример построения модели метаповерхности используя скрипты:
а – геометрия; б – модель микрорезонатора с PIN-диодом

Скриптовая автоматизация в Ansys Ansys Electronics Desktop с использованием PyAEDT трансформирует проектирование метаповерхностей. Она не только экономит время и снижает риск ошибок, но и открывает возможности для исследования динамических структур, интеграции с искусственным интеллектом и работы с высокопроизводительными вычислениями. Этот подход становится стандартом в разработке сложных устройств, подтверждая, что автоматизация – обязательный инструмент современного инженера.

Литература

1. HFSS Scripting Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – Дата доступа: 21.03.2025.
2. Khodadadi, N. Design of Antenna Parameters Using Optimization Techniques: A Review / N. Khodadadi, M. Abotaleb, P. K. Dutta // Journal of Artificial Intelligence and Metaheuristics (JAIM). – 2023. – Т. 03, № 01. – С. 08–20.
3. Ma, H. A comprehensive survey on NSGA-II for multi-objective optimization and applications / H. Ma, Y. Zhang, S. Sun [et. all] // Artificial Intelligence Review. – 2023. – Т. 56. – С. 15217–15270.
4. Ansys HFSS Scripting Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.ansys.com/resources/documentation>. – Дата доступа : 21.03.2025.
5. PyAEDT Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/ansys/pyaedt>. – Дата доступа: 21.03.2025.

Д. С. Трофимович
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **А. В. Воруев**, канд. техн. наук, доцент

ОБЗОР ДОСТИЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Введение

Первое выполнение квантового алгоритма Шора [1] было произведено в 2001 году на 7–кубитном компьютере учеными из Стэнфордского университета (Соединенные Штаты Америки) при поддержке IBM. Данный алгоритм имеет преимущество по сравнению с классическими алгоритмами [2], поскольку дает возможность проводить вычисления за полиномиальное время, тогда как в классических алгоритмах с ростом числа входных данных время вычислений возрастает экспоненциально, что делает их бесполезными на практике. В связи с этим развитие квантовых компьютеров открывает новые горизонты в решении сложных и ресурсозатратных задач, таких как криптография, оптимизация, машинное обучение, квантовая химия и т. д. Преодоление классических ограничений с помощью новых квантовых алгоритмов позволит перейти на новый уровень не только в сфере науки, но и в сферах финансов, логистики, медицины и т. п.

Современное состояние квантовых компьютеров

Основой любого квантового компьютера являются кубиты. В качестве кубитов могут использоваться холодные атомы, фотоны и другие квантовые системы. Любое внешнее воздействие (например, электромагнитные сигналы, изменения температуры и т. д.) на кубит может вывести его из состояния суперпозиции или когерентности, что уничтожит информацию внутри кубита и тем самым внесет ошибки в вычисления. При увеличении числа кубитов в квантовом процессоре увеличивается его вычислительная мощность, и параллельно растет число ошибок, что не позволяет раскрыть вычислительный потенциал. Для исправления ошибок применяют методы коррекции, которые заключаются в кодировке квантового состояния кубита с помощью большего числа кубитов. Первая схема коррекции ошибок была предложена в 1995 году П. Шором. В дальнейшем на основании данного метода были предложены другие варианты коррекции ошибок.

В настоящее время основными являются три квантовые системы: сверхпроводящие, ионные кубиты и кубиты на нейтральных атомах. Системы на сверхпроводящих кубитах являются самыми распространенными; их развитием занимаются IBM, Google, Intel, D-Wave и др. Технологией на нейтральных атомах занимаются Atom Computing, Pasqal, QuEra Computing и др. Над использованием ионов в качестве кубитов работают Quantinuum, IonQ, eleQtron и Universal Quantum.

На сегодняшний день самой крупномасштабной системой по количеству кубитов на основе сверхпроводящих технологий является 1121–кубитный чип Condor, разработанный компанией IBM. Этот чип стал результатом программы по созданию крупномасштабных квантовых вычислительных систем. В рамках дальнейшего развития данной программы планируется создание квантового процессора с 2000 кубитами к 2033 году. Важным этапом в реализации этой программы стал 133–кубитный модульный чип Heron. Его ключевые отличия от предыдущих процессоров включают: улучшенную коррекцию ошибок, которая в пять раз превосходит аналогичные показатели предыдущих моделей, а также модульную архитектуру, позволяющую объединять три чипа в один.

Крупнейшей системой, использующей нейтральные атомы, является 1180–кубитная система Phoenix, разработанная компанией Atom Computing. Основным преимуществом этой системы является рекордное время когерентности, превышающее 40 секунд.

Чип Willow, произведенный компанией Google, демонстрирует выдающиеся результаты в области коррекции ошибок. Он достиг экспоненциальной квантовой коррекции ошибок в зависимости от числа кубитов, что открывает возможности для дальнейшего

увеличения их количества. Кроме того, Willow показывает рекордную скорость выполнения квантовых задач.

Компания Quantinuum представила свою ионную систему H2-1, состоящую из 32 физических кубитов. Эта система достигла рекордного уровня ошибок 0,5 % , что стало возможным благодаря использованию 4 логических кубитов.

Исследования в области квантовых технологий также проводятся в Союзном государстве. В 2024 году ученые из Московского физико-технического института (МФТИ) представили 12-кубитный процессор на основе сверхпроводящих кубитов, а в 2025 году был разработан первый в России 40-кубитный процессор с использованием сверхпроводящих технологий. В Центре квантовых технологий Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова ведутся работы над ионными системами, направленными на уменьшение габаритов квантовых компьютеров.

Отдельной ветвью развития квантовых компьютеров является квантовый отжиг – процесс, при котором все кубиты одновременно переходят в согласованное состояние когерентности, а затем самостоятельно стремятся к состоянию энергетического минимума. Программируя начальное состояние процесса отжига, можно получить результат работы после достижения равновесия всей системы. Разработкой систем на основе квантового отжига занимается компания D-Wave. Их пионерский проект Advantage включает более 5000 кубитов, в то время как следующая модель, Advantage2, на данный момент имеет около 4400 кубитов, с планами увеличить это число до 7500 кубитов. Однако данное направление не считается перспективным, поскольку квантовый отжиг уступает классическим системам. После создания полноценной системы на основе квантовых вентилях, квантовый отжиг с большой долей вероятности обесценится.

Заключение

На 2024 год квантовые технологии не представлены на Кривой Гартнера, что отражает их текущий спад популярности и внедрения в промышленность. Однако, несмотря на временные трудности дальнейшее развитие квантовых вычислений имеет потенциал полностью заменить современные классические системы в ряде ключевых областей. Квантовые технологии предлагают уникальные возможности для решения задач, которые традиционные компьютеры не могут эффективно обработать, включая сложные оптимизационные задачи, моделирование молекул, а также криптографические вычисления.

Литература

1. Shor P. W. Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring / Shor P. W. // Proc. 35th Annual Symp. on Foundations of Computer Science. – 1994 – p. 124–134.
2. Ишмухаметов, Ш. Т. Методы факторизации натуральных чисел : учебное пособие / Ш.Т. Ишмухаметов. – Казань : Казан. ун., 2011. – 190 с.
3. IBM–United States[Electronic resource] : The hardware and software for the era of quantum utility is here, 2023 – Mode of access : <https://www.ibm.com/quantum/blog/quantum-roadmap-2033>. – Date of access : 25.03.2025.
4. Google Blog [Electronic resource] : Meet Willow, our state-of-the-art quantum chip, 2024. – Mode of access : <https://blog.google/technology/research/google-willow-quantum-chip>. – Date of access : 26.03.2025.
5. HPCwire: Global News on High Performance Computing (HPC) [Electronic resource] : Atom Computing Wins the Race to 1000 Qubits, 2023. – Mode of access : <https://www.hpcwire.com/2023/10/24/atom-computing-wins-the-race-to-1000-qubits>. – Date of access : 26.03.2025.

С. С. Турасов, Е. В. Рафалова
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ REACT NATIVE В РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

React Native – один из наиболее популярных инструментов для кроссплатформенной разработки мобильных приложений, который выделяется своей эффективностью, гибкостью и возможностью экономии ресурсов. Используя единый код на языке JavaScript или TypeScript, разработчики имеют возможность создавать приложения для iOS и Android, что существенно сокращает время и затраты на разработку. Это особенно актуально для стартапов и небольших компаний, стремящихся быстрее вывести продукт на рынок, а также для крупных проектов, где требуется масштабируемость и оптимизация ресурсов.

Ключевым преимуществом React Native является возможность предоставления нативного пользовательского интерфейса, обеспечивающего высокую производительность и привычный пользовательский опыт. Фреймворк также поддерживает интеграцию с нативным кодом на Java, Kotlin, Swift и Objective-C, что делает его подходящим для проектов, где требуется реализация сложных или уникальных функций.

Дополнительным удобством является поддержка **горячей перезагрузки (Hot Reloading)**, которая позволяет разработчикам вносить изменения в код и моментально видеть результат без необходимости перезапуска приложения. Эта функция значительно ускоряет процесс разработки, делая его более интерактивным и удобным для тестирования новых функций и исправления ошибок.

React Native предоставляет кроссплатформенную библиотеку компонентов, которые автоматически адаптируются под платформу, сохраняя при этом единый стиль интерфейса. При необходимости разработчики могут настраивать поведение и внешний вид компонентов для каждой платформы отдельно, что позволяет достичь оптимального сочетания универсальности и индивидуального подхода.

Благодаря этим преимуществам React Native становится оптимальным выбором для компаний, стремящихся создавать мобильные приложения с высоким уровнем пользовательского опыта, быстрой производительностью и возможностью масштабирования, одновременно минимизируя затраты и временные издержки.

Е. А. Цыбин, А. В. Малышко
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)
Науч. рук. А. М. Кадан, канд. техн. наук, доцент

АЛГОРИТМ ИНДЕКСНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИСКРЕТНОГО ЛОГАРИФИМИРОВАНИЯ В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ

Проблема дискретного логарифмирования является важной проблемой современной криптографии так, как стойкость различных криптосистем и протоколов зависит от вычислительной сложности решения этой задачи.

Начнём с определения

Пусть G – конечная, циклическая группа ($|G| = n$), а g есть генератор этой группы.

Если $a \in G$ то *дискретным логарифмом* a по основанию g будем называть такой элемент $x \in \mathbb{Z}_n$, что $g^x = a$. Такой x всегда существует вследствие того, что g – генератор группы G .

Задача дискретного логарифмирования : для заданных G, g и α определить значение x .

Данную задачу можно рассматривать относительно различных групп, но в данной статье мы ограничимся полем вычетов $\mathbb{Z}_p$.

Цель работы – исследовать алгоритм индексирования для решения задачи дискретного логарифмирования и сделать вывод о возможности использования дискретного логарифма в современных криптосистемах.

Если определённые элементы группы могут быть помечены как «гладкие» и разложены на произведение элементов группы из относительно небольшой факторной базы, то возможно использование методов линейной алгебры для решения исходной задачи.

Одним из таких алгоритмов является **Алгоритм индексного исчисления** [1]. Данный алгоритм основан на 2 общеизвестных свойствах дискретного логарифма:

$$\log_g(ab) = \log_g(a) + \log_g(b),$$

$$\log_g(a^b) = b \cdot \log_g(a).$$

Однако перед тем, как описывать сам алгоритм, введём некоторые базовые понятия: Пусть известно разложение числа на простые множители

$$n = \prod_{i=1}^k p_i^{u_i}, \quad p_i \in P, \quad u_i > 0 \quad \forall i \in \overline{1, k}.$$

Если каждый из p_i меньше, чем какая-то граница гладкости, скажем B , то в таком случае число n будем называть B -гладким.

Алгоритм индексного исчисления включает в себя поиск линейных зависимостей, включающих логарифмы от простых чисел из факторной базы. Например, при подсчёте дискретного логарифма в F_p используются зависимости вида

$$r \equiv \sum_{i=1}^k u_i \log_g p_i \pmod{p-1}.$$

Один из часто используемых подходов — это зафиксировать $H = \lfloor \sqrt{p} \rfloor$, и затем для c_1 и c_2 , маленьких неотрицательных чисел, посчитать $r \equiv (H + c_1)(H + c_2) \pmod{p}$. Если $H^2 = p + A$, где $A \sim O(\sqrt{p})$, тогда

$$\begin{aligned} (H + c_1)(H + c_2) &= H^2 + (c_1 + c_2)H + c_1c_2 = \\ &= p + A + (c_1 + c_2)H + c_1c_2 = \\ &= A + (c_1 + c_2)H + c_1c_2 \pmod{p}. \end{aligned}$$

Такой остаток будет порядка $O(\sqrt{p})$ и для фиксированного c_1 , можно перебирать c_2 и проверять r на гладкость. Если, для заданных c_1 и c_2 , остаток гладкий, он может быть факторизован как

$$r = p_1^{u_1} p_2^{u_2} \dots p_k^{u_k},$$

$$\log_g (H + c_1) + \log_g (H + c_2) = u_1 \cdot \log_g p_1 + \dots + u_k \cdot \log_g p_k$$

и линейная зависимость будет найдена.

Алгоритм индексного исчисления:

Данный алгоритм можно разбить на три фазы, первые, две из которых - предсчёт, не зависящие от самого логарифма. На третьем же этапе происходит вычисление самого дискретного логарифма.

Первая и вторая фаза:

1. Выбрать границу гладкости B , и составить факторную базу.
2. Для маленьких неотрицательных чисел c_1, c_2 перебирать $(H + c_1)(H + c_2) \bmod p$ с помощью алгоритмов факторизации, например ро-алгоритма Полларда или общего решета числового поля.

3. Используя пары c_1 и c_2 , которые образуют гладкое значение r , создать систему уравнений для неизвестных логарифмов.

4. Когда достаточное количество зависимостей было найдено, запустить алгоритм для решения полученной системы линейных уравнений.

Когда система была решена, то мы нашли все логарифмы от простых чисел из факторной базы. Теперь нахождение произвольного логарифма относительно просто. Например мы хотим посчитать $\log_g \alpha$.

Третья фаза:

1. Выбрать границу гладкости U (больше, чем B).
2. Найти w , такое что $\alpha g^w \bmod p$ является U -гладким

$$\alpha g^w = p_1^{u_1} p_2^{u_2} \dots p_k^{u_k} \cdot m_1^{v_1} m_2^{v_2} \dots m_l^{v_l} \bmod p.$$

3. Зафиксируем $u = \left\lfloor \frac{\sqrt{p}}{m_i} \right\rfloor$ и будем последовательно проверять увеличивающиеся значения u на B -гладкость; дискретный логарифм u известен по его факторизации.

4. Зафиксируем $v = H = \left\lfloor \sqrt{p} \right\rfloor$ и будем последовательно проверять значения v , найдём B -гладкое $n = uv m_i \bmod p$; логарифм от n известен и логарифм от v известен от предсчёта.

$$\log_g m_i \equiv \log_g n - \log_g u - \log_g v \bmod p-1.$$

Повторив данный процесс для всех m_i можем восстановить ответ по формуле

$$\log_g \alpha = -w + \sum_{i=0}^k u_i \log_g p_i + \sum_{i=0}^l v_i \log_g m_i \bmod p-1.$$

Итоговая асимптотика $O(e^{\sqrt{2 \ln(p) \cdot \ln(\ln(p))} + o(1)})$.

Заметим, что подсчёт логарифмов для оснований отличных от g может быть произведён, используя формулу перехода к новому основанию

$$\log_b a \equiv \frac{\log_g a}{\log_g b} \bmod{p-1}.$$

Заключение

Как было сказано выше, способность решать задачу дискретного логарифмирования всецело зависит от структуры группы в которой задача была задана. Если в группе нет никаких дополнительных надстроек кроме операции группы и обратных элементов, то доказано, что проблема дискретного логарифмирования требует как минимум $O(\sqrt{N})$ времени, где N – порядок группы. Это хорошие новости для тех, кто желает использовать дискретные логарифмы в криптографии. Тем не менее, открытым вопросом остаются группы, образованные эллиптическими кривыми, для таких групп в общем случае пока не существует суб-экспоненциальных алгоритмов. С другой стороны, А. Enge и Р. Gaudry показали, что если в группе существует понятие гладкости, то всегда можно построить суб-экспоненциальный алгоритм [2]. Их подход очень похож на метод индексного исчисления описанный выше, однако, они обобщили подход для произвольных групп обладающих свойством гладкости. Дискретные логарифмы имеют много применений в криптографии. Чтобы обеспечить защиту криптографических протоколов, которые используют дискретное логарифмирование, важно понимать сложности вычисления дискретных логарифмов. Часто, доказательство безопасности таких протоколов сводится к вычислению дискретных логарифмов. То есть утверждается, что взлом протокола по крайней мере также сложен, как и вычисление самих дискретных логарифмов. Таким образом, понимание сложностей дискретного логарифмирования может помочь в развитии безопасности протоколов, полагающихся на его криптостойкость.

Литература

1. Adleman, L. M. A subexponential algorithm for the discrete logarithm problem with applications to cryptography [Electronic resource] : proc. of the 20th Annual Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS 1979) / L. M. Adleman, IEEE Computer Society. – San Juan : IEEE Computer Society, 1979. – Mode of access : <https://ieeexplore.ieee.org/document/4568367>. – Date of access : 22.03.2025.
2. Enge, A. A general framework for subexponential discrete logarithm algorithms [Electronic resource] / A. Enge, P. Gaudry. – Palaiseau : École Polytechnique, 2000. – Mode of access : <https://inria.hal.science/inria-00512717/document>. – Date of access : 24.03.2025.

А. М. Чичкан, А. В. Петровский
(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ИНТЕРНЕТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ В РАМКАХ IOT

RabbitMQ – программный брокер сообщений на основе стандарта AMQP – тиражируемое связующее программное обеспечение, ориентированное на обработку сообщений [1].

Docker – программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации, контейнеризатор приложений. Позволяет «упаковать» приложение со всем своим окружением и зависимостями в контейнер, который может быть развёрнут на любой Linux-системе с

поддержкой контрольных групп в ядре, а также предоставляет набор команд для управления этими контейнерами [2].

Одноплатный компьютер – самодостаточный компьютер, собранный на одной печатной плате, на которой установлены микропроцессор или система на кристалле, оперативная память, флеш-накопитель или SSD, системы ввода-вывода и другие модули, необходимые для функционирования компьютера. В данной работе используется одноплатный компьютер Orange PI [3].

Актуальность темы заключается в повсеместном росте количества различных IOT-систем [5] в квартирах и домах самых разных людей. И как правило людей технически слабо подкованных. Что создаёт большую проблему в безопасности устройств и ПО с закрытым исходным кодом для большинства IOT-устройств доступных к покупке.

Вследствие чего остро назревает необходимость появления устройств работающих на открытом ПО, имеющих возможность к пользовательскому расширению функционала и понятную документацию для привлечения даже не сильно посвящённых в тему информационных технологий людей.

Реализация может использоваться в различных IOT-системах требующих высокой отказоустойчивости.

Целью данной работы является исследование возможности реализации локальной IOT-сети и чат-приложения с использованием RabbitMQ в качестве примера сервиса работающего в данной сети для обеспечения устойчивой и безопасной коммуникации и последующее разворачивание приложения на одноплатном компьютере Orange PI.

Реализация:

Таким образом авторами было написано программное обеспечение, которое распространяется по открытой лицензии и использует в качестве технологий GNU/Linux [4] как открытую операционную систему для одноплатных компьютеров, Docker для изоляции программ друг от друга и более удобного распространения, RabbitMQ для распределения нагрузки различных сервисов в системе, Golang в качестве языка реализации бэкенда чат-сервиса, SQLite в качестве сервера БД.

RabbitMQ и написанное авторами в ходе работы программное обеспечение поддерживает различные методы шифрования данных, что снижает риски утечки данных и повышает конфиденциальность пользователей при использовании сети. RabbitMQ также крайне хорошо справляется с перераспределением нагрузки, что идеально вписывается в концепцию домашней IOT-сети.

Кроме того, возможность развёртывания сервиса в изолированных контейнерах **Docker** упрощает управление системой, снижает риски конфликтов между компонентами и упрощает обновление программного обеспечения. Контейнеризация также позволяет переносить систему между различными аппаратными платформами без необходимости глубокой переработки кода, что делает её универсальной и адаптируемой под различные сценарии использования.

Таким образом, предложенное программное обеспечение даёт пользователям возможность развернуть автономную локальную сеть, обеспечивающую **надёжную и безопасную связь, устойчивую к сбоям и внешним угрозам**. Открытая архитектура проекта способствует его дальнейшему развитию и адаптации под новые задачи, а низкие системные требования делают его доступным даже для пользователей с ограниченными аппаратными ресурсами.

Экспериментальные результаты

Для тестирования системы были проведены эксперименты с различным количеством технических устройств и объёмом передаваемых данных. В частности устройствами выступали телефон на платформе Android, стационарный компьютер с системой GNU/Linux [4] и одноплатный компьютер Orange PI с операционной системой

GNU/Linux. Результаты показали, что локальная IoT-сеть стабильно запускается при этом имея возможность в рамках локальной сети подключаться к онлайн-чату. RabbitMQ соответственно равномерно распределял нагрузку на сервис чата.

Благодаря малым вычислительным требованиям система способна функционировать на одноплатных компьютерах даже при значительном количестве пользователей. Например, при тестировании системы на **Orange PI Zero 3** средняя загрузка процессора при 500 одновременных соединениях не превышала **35 %**, а задержка передачи сообщений в чате составляла **20–50 мс**. Это демонстрирует эффективность предложенного решения и его пригодность для использования в домашних IoT-сетях, небольших локальных корпоративных системах и временных автономных сетях (например, в полевых условиях или на удалённых объектах).

Заключение

В ходе исследования была разработана и протестирована децентрализованная система обмена сообщениями, использующая локальную IoT-сеть, систему контейнеризации Docker и брокер сообщений RabbitMQ. Данный подход позволил реализовать отказоустойчивую архитектуру, способную динамически адаптироваться к изменениям сети и эффективно распределять нагрузку между узлами.

Таким образом, предложенное программное обеспечение даёт пользователям возможность развернуть автономную локальную сеть, обеспечивающую надёжную и безопасную связь, устойчивую к сбоям и внешним угрозам. Открытая архитектура проекта способствует его дальнейшему развитию и адаптации под новые задачи, а низкие системные требования делают его доступным даже для пользователей с ограниченными аппаратными ресурсами.

Литература

1. RabbitMQ. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RabbitMQ>. – Дата доступа: 28.03.2025.
2. Docker. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Docker>. – Дата доступа: 28.03.2025.
3. Одноплатный компьютер. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Одноплатный_компьютер. – Дата доступа: 28.03.2025.
4. Linux. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Linux> – Дата доступа: 28.03.2025.
5. Интернет вещей – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей. – Дата доступа: 28.03.2025.

Р. А. Чорный-Ерофеев, В. В. Выговский
(БГУ, Минск)

Науч. рук. **М. А. Журавков**, д-р физ.-мат. наук, профессор

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ ПОСРЕДСТВОМ АНАЛИЗА ВИДЕОДАНЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

В современных условиях технологии компьютерного зрения широко используются в различных сферах деятельности человека. Поэтому весьма актуальной является задача разработки высокоэффективных алгоритмов и создание высокоточных средств анализа и интерпретации видеоданных. Одной из основных практических задач компью-

терного зрения является определение положения объекта в пространстве на основе получаемых исходных данных (фото/видео).

Целью данной работы является разработка алгоритма определения положения объекта (шара) в пространстве в конкретный момент времени, основываясь на данных, получаемых в результате обработки изображений от нескольких видеокамер, расположенных в произвольных местах пространства.

Решение поставленной задачи состоит из двух ключевых этапов. Первый – поиск объекта (шара) на видеоизображении и определение его местоположения на данном видео. Второй – реконструкция реального положения объекта в пространстве на основе известных и полученных на первом этапе данных.

Для обнаружения объекта на изображении обычно используются методы глубокого обучения [1]. В настоящей работе использован метод YOLO (You Only Look Once) [1] в силу его относительной простоты реализации и универсальности. Вместе с тем, следует отметить, что данный метод не подходит для достаточно сложных изображений с большим количеством факторов, препятствующих распознаванию объекта (например, задымление, дождь, снегопад).

Для обучения модели YOLOv11s был создан набор данных, состоящий из изображений, которые содержат объект в различных условиях. Некоторые результаты обучения представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример обнаружения объекта на тестовом изображении

Полученный прототип модели обнаруживает объект на 97 % тестовых данных с погрешностью от 1.18317 до 2.87399 пикселей.

Для восстановления мировых координат на основе проекций пространства на матрицу камеры используется модель «pinhole-камеры» [2], которая описывает процесс получения изображения камерой. Рассматривались два случая использования такой модели: когда объект фиксировался только одной камерой, и когда двумя и более.

В первом случае «pinhole-камера» рассматривалась как тонкая выпуклая линза, что обусловлено допущением идеальной настройки камеры. В этом случае вычисления опирались на формулу тонкой линзы и принципы подобия [3]:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}, \quad (1)$$

$$\frac{f}{d} = \frac{r_m}{r}, \quad (2)$$

где f – расстояние от центра объектива камеры (pinhole) до проекции объекта на матрице камеры, м;

d – расстояние от центра объектива камеры до объекта, м;

F – фокусное расстояние от камеры, м;

r_m – радиус проекции объекта на матрице камеры, м;

r – радиус объекта, м.

Из формул (1) и (2) определялось расстояние d , после чего оно было разложено на проекции на соответствующие оси. Из полученных координат относительно камеры восстанавливались мировые координаты:

$$X = R^T X_c + t, \quad (3)$$

где X – мировые координаты объекта, м;

R – матрица поворота, описывающая поворот камеры;

X_c – координаты объекта относительно камеры, м;

t – мировые координаты камеры, м.

Второй способ основан на методе линейной триангуляции на основе принципов проективной геометрии [4]. Использовалась проективная модель «pinhole-камеры» [3]:

$$x = PX, \quad (4)$$

где $x = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$ – однородные координаты проекции объекта на изображении, пкс;

$X = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}$ – однородные координаты объекта, м.

Матрица P , описывающая камеру и ее параметры, определяется следующим образом:

$$P = KE = KMR[I \mid -t] = \begin{pmatrix} F \frac{Wp}{W} & 0 & 0 \\ 0 & F \frac{Hp}{H} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} MR \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -t_x \\ 0 & 1 & 0 & -t_y \\ 0 & 0 & 1 & -t_z \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где K – матрица, описывающая внутренние параметры камеры;

M – матрица перехода от мировых координат к координатам проективной модели;

W_p, H_p – длина и ширина изображения, пкс;

W, H – длина и ширина матрицы камеры, м.

Для n -й камеры проективная формула (4) векторно умножалась на x , после чего формулы принимали следующий вид:

$$A_n X = \begin{pmatrix} y_n p_{n3} - p_{n2} \\ p_{n1} - x_n p_{n3} \end{pmatrix} X = 0, \quad (6)$$

где p_{ni} – i -я строка матрицы P n -й камеры.

Для того, чтобы найти искомый вектор X , необходимо решить систему уравнений, состоящую из уравнений (6) для каждой камеры.

Все вышеперечисленное было объединено в прототип на языке Python с использованием библиотек Ultralytics, NumPy, OpenCV, позволяющий на основе набора видео составить список положений отслеживаемого объекта. На обработку каждого кадра тратится менее 0,3 секунд, что допускает возможность работы программы в реальном времени.

Литература

1. Верхов, К. А. Методы обнаружения объектов на изображении [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/43782/1/Verkhov_Metody.pdf. – Дата доступа: 24.03.2025.
2. Hata, K. CS231A Course Notes 1: Camera Models [Электронный ресурс] / K. Hata, S. Savarese. – Режим доступа : https://web.stanford.edu/class/cs231a/course_notes/01-camera-models.pdf. – Дата доступа : 25.03.2025.
3. Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы. 8-е изд. [Электронный ресурс] / И. Е. Иродов. – Режим доступа: https://techlibrary.ru/b1/2q1r1p1e1p1c_2q.2m._2j1p1m1o1p1c2c1f_1q1r1p1x1f1s1s2c._2w1s1o1p1c1o2c1f_1i1a1l1p1o2c._2020.pdf. – Дата доступа: 26.03.2025.
4. Hata, K. CS231A Course Notes 4: Stereo Systems and Structure from Motion [Электронный ресурс] / Hata K., Savarese S. – Режим доступа: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки..** – Дата доступа: 26.03.2025.

В. Л. Шарова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О. В. Дегтярева**, ст. преподаватель

ОБЗОР МЕТОДОВ АНАЛИЗА СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Большие объёмы конфиденциальной информации хранятся на компьютерах и серверах, подключённых к локальной и внешней сети, что потенциально создаёт угрозу компрометации. Каждая организация принимает меры по обеспечению защиты своих данных, однако с каждым днём количество разновидностей атак и угроз увеличивается, и разработчики не успевают создавать обновления и программы, которые бы в полной мере защищали системы информации. Поэтому важной ступенью в обеспечении защиты информации является проведение мониторинга и анализа сетевого трафика с целью своевременного обнаружения угроз и уязвимостей и последующего устранения их во избежание попадания в систему злоумышленников, кражи и модификации данных.

Анализ сетевого трафика – это метод мониторинга сети, осуществляющийся посредством перехвата трафика и последующего его изучения с целью выявления в нём аномалий. Аномалиями можно считать подозрительную сетевую активность, к которой относятся сканирование локальной сети, попытки подбора пароля, сокрытие сетевого трафика, попытки удалённого запуска программ и приложений, передача нетипично больших объёмов данных. Такая активность может указывать как на сбой в работе системы, так и на неправомерное использование ресурсов или проведение кибератаки. Поэтому крайне важно отслеживать сетевой трафик для раннего выявления угроз и своевременного реагирования на них.

Традиционным способом анализа считается использование статистических методов. Статистический метод подразумевает собой сбор данных, их изучение, установление

закономерностей и связей, выявление отклонений от «нормы». В основе этих методов зачастую лежат математические модели, такие как марковская модель, временные ряды, фрактальное броуновское движение. Несмотря на подтверждённую эффективность в других отраслях, в информационной безопасности данный способ анализа имеет свои недостатки: свойственные шумы в данных могут неправильно интерпретироваться, что негативно сказывается на точности обработки трафика; изменения в динамичном трафике не всегда учитываются используемой моделью, поэтому необходима предобработка данных, что влечёт за собой увеличение ресурсо- и трудозатрат. Для оптимизации анализа можно использовать специальные интеллектуальные системы – обучаемые математические модели для обработки информации, которые автоматически смогут распознавать атаки и угрозы [1].

В настоящее время уже существуют более узконаправленные способы исследования сетевого трафика. Они разделяются на использование аппаратных и программных анализаторов, систем обнаружения вторжений, DPI-решения. Аппаратный анализатор представляет собой отдельное физическое устройство, в которое зашит сложный программно-аппаратный комплекс, предназначенный для захвата и анализа сетевого трафика. С помощью такого прибора специалист мониторинга может исследовать проводные и беспроводные сети, отслеживать какие устройства и типы программ больше остальных нагружают полосу пропускания, проверять наличие запрещённого трафика в сети. В зависимости от конфигураций аппаратные анализаторы могут подключаться как напрямую к маршрутизатору, так и к любой точке сети [2].

Программные анализаторы – это программы и программное обеспечение, разработанные для анализа сетевого трафика. Такие программы пользуются большой популярностью за счёт своей практичности, эффективности и наличия понятного интерфейса. В большинстве своём подобные программы находятся в открытом доступе для бесплатного скачивания и имеют графический интерфейс для удобной работы. Программные анализаторы позволяют захватывать сетевой трафик для ретроспективного анализа, а также могут работать в режиме реального времени. С их помощью специалисты могут фильтровать трафик, просматривать сетевую активность, статистику производительности сети и контролировать подключения к ней. Примерами таких программ являются Wireshark, Tcpdump, Kismet, EtherApe.

Для детального анализа сетевого трафика можно применять технологию DPI (Deep Packet Inspection). Эта технология глубокой проверки пакетов данных по заголовкам и полезной нагрузке помогает фильтровать трафик, регулировать нагрузку на сеть, выявлять несанкционированный доступ к сети и останавливать распространение вредоносного программного обеспечения. DPI-решения можно интегрировать в аппаратные анализаторы.

Наиболее автоматизированной программой анализа сетевого трафика является система обнаружения вторжений (IDS). IDS представляет собой совокупность программных средств для анализа трафика, обнаружения несанкционированных действий и реагирования на них. Такая система собирает логи с журналов событий операционной системы и анализирует их. У неё есть два метода обнаружения угроз: поведенческий и интеллектуальный. Поведенческий метод подразумевает работу с информацией о нормальном поведении системы, а интеллектуальный анализ использует информацию об известных атаках. IDS не устраняют угрозы безопасности самостоятельно, а лишь отправляют уведомление о них пользователю программы.

Развитие информационных технологий способствует появлению и усовершенствованию систем и методов анализа сетевого трафика, что позволяет на ранних этапах выявить несанкционированные действия в сети, предотвратить компрометацию данных и распространение вредоносного программного обеспечения.

Литература

1. Гладких, А. М. Основные методы анализа сетевого трафика / А. М. Гладких // М. : Вопросы науки и образования, 2020. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. – 52 с.
2. Выбор анализатора сетевого трафика, производительности сети и приложений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://skomplekt.com/vybor_analizatora_setevogo_trafika_proizvoditelnosti_seti_i_prilozhenij/. – Дата доступа : 25.03.2025.

Д. С. Шварова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЧТЕНИЯ КНИГ

В современном обществе мобильные устройства являются неотъемлемой частью повседневной жизни, предоставляя пользователям доступ к информации и развлечениям на постоянной основе. Человеку свойственно облегчать себе жизнь, поэтому постоянный спрос наблюдается на приложения, которые упрощают процесс получения и потребления контента. В эту категорию, без сомнения, можно отнести приложения для чтения книг, которые дают пользователям возможность наслаждаться литературой в удобном формате.

Этот проект направлен на создание мобильного приложения для чтения книг, целью которого является предоставление пользователям возможности удобно и комфортно погружаться в мир книги в цифровом формате, а также управлять своей библиотекой на мобильном устройстве.

Для реализации проекта использовались следующие инструменты:

1. Android Studio – среда разработки, которая предназначена для создания приложений для операционной системы Android и имеет множество инструментов для создания, тестирования и оптимизации приложений [1–2].

2. Flutter – UI-фреймворк, позволяющий создавать высококачественные кросс-платформенные приложения с использованием единого кода. Его ключевая особенность – механизм рендеринга, обеспечивающий нативный внешний вид интерфейсов на любой платформе.

3. Dart – основной язык программирования, используемый в Flutter, который поддерживает единый код для нескольких платформ, что упрощает тестирование и дальнейшее сопровождение приложения.

4. Firebase – облачная база данных, позволяющая хранить и синхронизировать данные в режиме реального времени [3].

Разрабатываемое приложение предполагает эксплуатацию одного вида – пользователем. Схема прецедентов (рисунок 1) в свою очередь отображает взаимодействие пользователя и других систем.

Пользователь начинает работу в приложении с ввода логина и пароля, который при желании можно сделать видимым, на экране аутентификации или, если ранее приложение уже использовалось, то система будет помнить под какими данными осуществился вход. При неудачной попытке на ошибку будет указано.

После успешного входа появляется главный экран, где указано имя пользователя, основанное на E-mail, поисковая строка, где можно найти интересные книги из базы данных. Поиск можно осуществлять как с маленькой, так и с большой буквы, сортировка будет работать как по фамилии автора, так и по названию книги. Так же на экране будут представлены рекомендации, которые выбираются из базы данных. Если найдена интересующая книга, то, нажав на нее, пользователь попадает на её личную страницу, где дано более подробное описание (название, автор, год, аннотация), а также

отражены кнопки «Читать» и динамическая «Добавить/Удалить», нажав которую произойдут изменения в личной библиотеке пользователя. Система сама определяет расширение файла поэтому будет открыт соответствующий экран для чтения, с отражением количества страниц и оглавления (при корректной обработке файла).

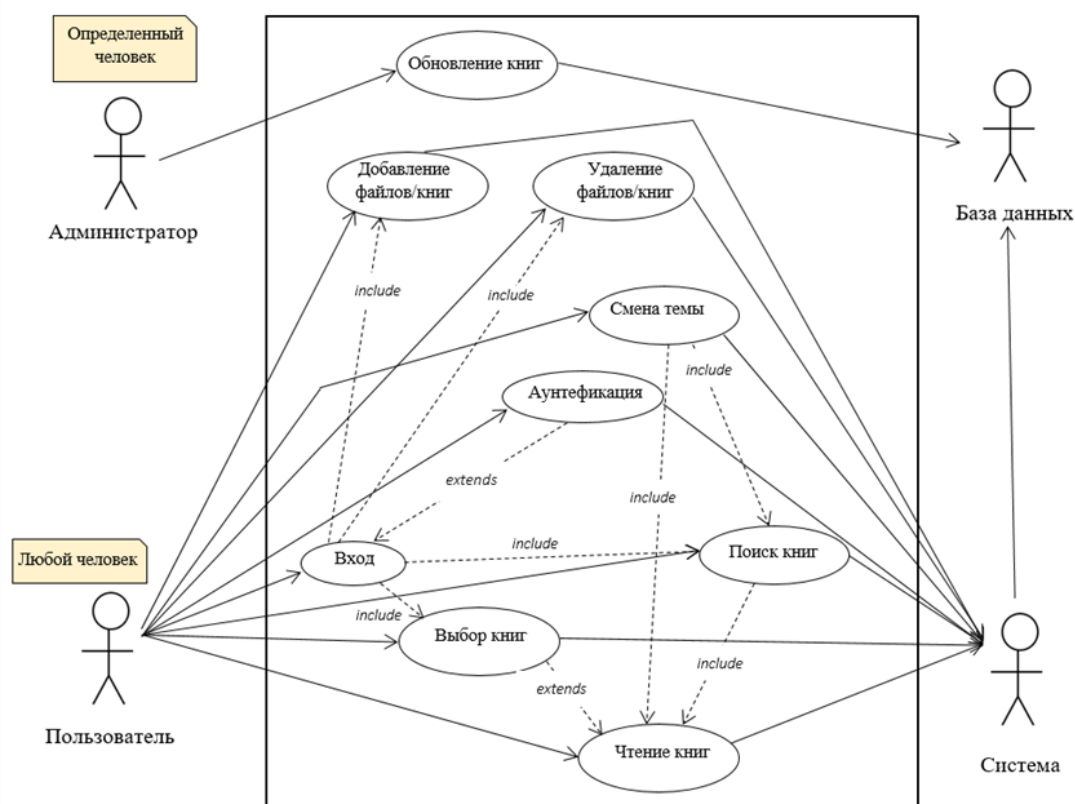


Рисунок 1 – Схема прецедентов

С главного экрана можно перебраться в «Мою библиотеку», где можно добавить файл из телефона, удалить файл. Все изменения будут сохраняться в базе данных для каждого пользователя.

На экране личного профиля пользователь найдет кнопку смены темы со светлой на темную и наоборот и при дальнейшем использовании приложение будет помнить последнюю выбранную. Если захочется сменить профиль, то можно нажать кнопку «Выйти из аккаунта», что опять запросит ввод данных.

Аутентификация пользователя осуществляется с помощью Firebase Authentication. Здесь происходит обработка регистрации новых пользователей – обращение к Firebase для создания новой учетной записи. В случае успешного создания учетной записи – сохранение данных пользователя.

Приложение позволяет пользователям открывать и читать книги в нескольких популярных форматах. Во время этого процесса определяется тип файла книги (по URL или расширению), загрузка и отображение книги в подходящем формате, подготовка и сохранение книги на устройстве пользователя для удобства при дальнейшем чтении.

Дизайн приложения минималистичный и интуитивно понятный (рисунок 2). На экране «Моя библиотека» можно увидеть список книг пользователя, поисковую строку, помогающую отыскать то, что нужно, если файлов большое количество, а также предложение о конвертации, если формат не поддерживается. В профиле книги продемонстрирована её обложка и соответствующая информация, а также кнопки, которые предлагают начать чтение или добавить/удалить из библиотеки.

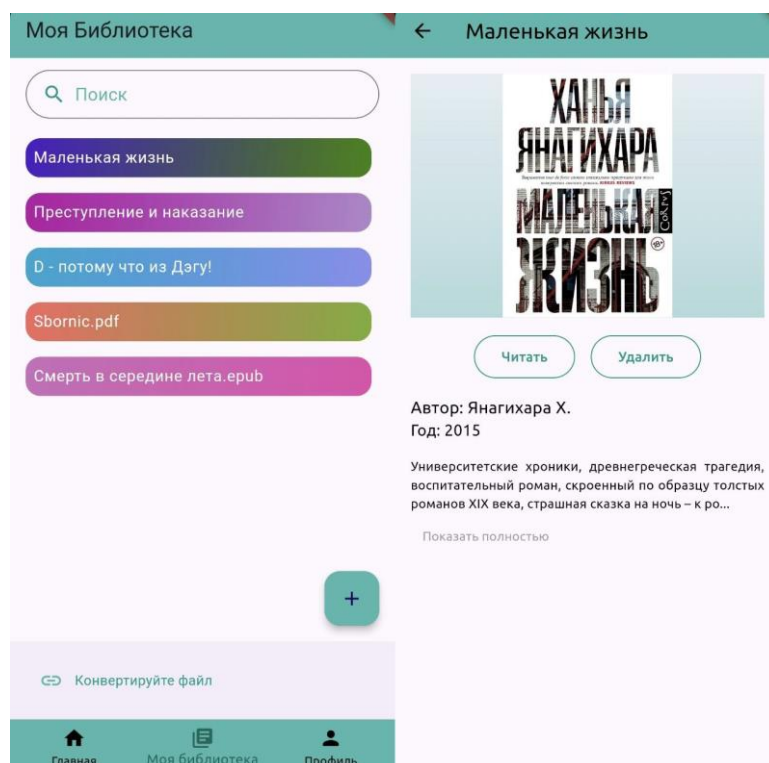


Рисунок 2 – Экраны «Моя библиотека» и профиль книги

Приложение прошло тестирование на эмуляторе и реальном мобильном устройстве, в результате чего оно успешно запускается на операционной системе Android и выполняет такие функции, как аутентификация, поиск, добавление в библиотеку, удаление из неё и чтение книги.

Литература

1. Пирская, Л. В. Разработка мобильных приложений в среде Android Studio : учебное пособие / Л. В. Пирская ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. – 123 с.
2. Дейтел, П. Android для программистов : создаём приложения / П. Дейтел, Х. Дейтел, Э. Дейтел, М. Морган. – СПб. : Питер, 2013. – 560 с.: ил.
3. Firebase | Google's Mobile and Web App Development Platform : [Электронный ресурс]. – URL: <https://firebase.google.com/>. – Дата доступа : 25.03.2025.

А. В. Шведко

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **Н. В. Марковская**, канд. техн. наук, доцент

ПРОГРАММНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

С учетом стремительного развития цифровых технологий и роста кибератак, применение программных инструментов тестирования на проникновение становится критически значимым. Сегодня тестирование безопасности информационных систем требует не только глубокого анализа уязвимостей, но и эффективного использования специализированного программного обеспечения, способного автоматизировать процессы проверки.

Программные средства помогают оперативно обнаруживать слабые места в системах и способствуют быстрому реагированию на выявленные угрозы.

Основные возможности и задачи инструментов

Современные инструменты для тестирования на проникновение, такие как Metasploit, Burp Suite, Nessus, OpenVAS и другие, предоставляют широкий функционал для:

- *сбора и анализа информации*: определение структуры целевой системы, анализ используемых технологий и выявление потенциальных точек входа для злоумышленников;
- *автоматизированного сканирования*: проведение комплексного аудита безопасности с помощью сканеров, которые ищут типовые уязвимости, включая SQL-инъекции, XSS, CSRF и другие атаки, способные привести к несанкционированному доступу;
- *тестирования эксплойтов*: применение сценариев атак с целью имитации действий злоумышленников, что позволяет оценить реальную возможность эксплуатации обнаруженных уязвимостей. Например, инструменты могут автоматически вставлять вредоносный код или использовать типовые шаблоны эксплойтов для демонстрации ущерба;
- *эскалации привилегий*: оценка возможности получения несанкционированного доступа к закрытым ресурсам системы через автоматизированные сценарии и анализ уязвимостей управления сессиями и аутентификацией.

Этапы проведения тестирования

Процесс тестирования на проникновение с помощью программных инструментов включает несколько ключевых этапов:

Сбор информации: анализ сети, серверов и веб-приложений с использованием инструментов, позволяющих определить конфигурацию системы, версии используемого ПО и потенциальные зоны риска.

Сканирование и выявление уязвимостей: применение автоматизированных сканеров для поиска типовых и специфических проблем, например, отсутствия валидации входных данных или плохо настроенной конфигурации серверов.

Эксплуатация найденных уязвимостей: использование автоматизированных модулей для воспроизведения сценариев атак, таких как внедрение вредоносного кода или выполнение несанкционированных команд, что демонстрирует реальный уровень угрозы.

Анализ и отчетность: обработка результатов тестирования, оценка рисков, формирование подробных рекомендаций по устранению выявленных недостатков и внедрение мер по усилению защиты.

Интеграция в процессы DevSecOps и перспективы развития

Интеграция программных инструментов тестирования на проникновение в процессы разработки и сопровождения информационных систем (DevSecOps) становится обязательной. Такой подход позволяет:

Проводить непрерывное тестирование безопасности на всех этапах жизненного цикла разработки.

Сокращать время выявления критических уязвимостей и оперативно реагировать на потенциальные угрозы.

Объединить усилия специалистов по разработке, эксплуатации и безопасности для создания комплексной системы защиты.

В будущем ожидается дальнейшее усиление роли автоматизации, в том числе за счет внедрения технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, которые позволят улучшить точность обнаружения угроз и минимизировать количество ложных срабатываний. Интеграция инструментов в CI/CD-процессы обеспечит своевременную проверку безопасности при каждом обновлении, что значительно снизит риски кибератак.

Кроме рассмотренных аспектов, интересно отметить, что современные инструменты тестирования на проникновение также активно развиваются в направлении облачной безопасности, где возможности автоматизированного анализа и эксплойта используются для защиты распределенных систем. Этот тренд открывает новые горизонты

для специалистов по кибербезопасности, позволяя не только реагировать на существующие угрозы, но и предугадывать потенциальные векторы атак в условиях динамично изменяющейся ИТ-среды.

Литература

1. Смирнов, В. Методика комплексного тестирования на проникновение с использованием автоматизированных инструментов / В. Смирнов. 2018. – 10 с.

Е. А. Шитик

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СРЕДСТВ СМАРТ-УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМОЙ ОФИСА

Интернет вещей (IoT) – это сеть физических устройств, которые подключены к другим устройствам и службам через Интернет или другую сеть и обмениваются с ними данными. В настоящее время в мире более миллиарда подключенных устройств, и с каждым годом их становится больше. Все, что можно оснастить датчиками и программным обеспечением, можно подключить через Интернет [3].

Современные офисные экосистемы требуют внедрения интеллектуальных решений для повышения безопасности, энергоэффективности и удобства управления. Актуальность исследования обусловлена необходимостью выбора оптимального метода удаленного доступа к системам умного офиса, учитывающего требования к защите данных, производительности и простоте эксплуатации. Целью работы стал анализ технологий удаленного доступа (OpenVPN, WireGuard, SSH-туннелирование, облачные сервисы) и их практическая реализация на базе платформы Home Assistant.

В ходе исследования использованы методы сравнительного анализа, экспертных оценок и тестирования прототипов. Практическая часть выполнена на одноплатном компьютере Raspberry Pi 5 с операционной системой Raspberry Pi OS и программной платформой Home Assistant. Ключевыми критериями сравнения выступили безопасность, пропускная способность, нагрузка на систему, простота настройки и совместимость с различными устройствами.

Сравнительный анализ технологий показал, что OpenVPN обеспечивает высокий уровень безопасности благодаря использованию алгоритма AES-256 и сертификатов X.509. Однако его настройка требует значительных временных затрат, а нагрузка на процессор достигает 40% при использовании TCP-протокола. WireGuard, напротив, демонстрирует минимальную нагрузку на CPU (менее 1%) и простоту конфигурации, что делает его оптимальным для устройств с ограниченными ресурсами, таких как Raspberry Pi. Недостатком WireGuard является меньшая гибкость в настройке по сравнению с OpenVPN. SSH-туннелирование подходит для временного доступа, но не масштабируется для работы с большим числом пользователей. Облачные сервисы (ngrok, localtunnel) удобны для быстрого развертывания, однако их использование сопряжено с рисками из-за зависимости от сторонних серверов и динамических URL-адресов.

Практическая реализация включала настройку OpenVPN и WireGuard на VPS-сервере с использованием автоматизированных скриптов, которые были написаны самостоятельно, что сократит время развертывания в дальнейшем, если будет необходимость создать конфигурации для другого оборудования. Интеграция с платформой Home Assistant позволила централизованно управлять устройствами IoT (освещение,

климат-контроль, системы безопасности). Тестирование пропускной способности показало, что WireGuard обеспечивает скорость 87,8 Мбит/с при нагрузке менее 1 % CPU, тогда как OpenVPN достигает 103 Мбит/с, но требует больше ресурсов. SSH-туннелирование и облачные сервисы продемонстрировали нестабильность при высоких нагрузках. Тестирование проводилось с использованием инструментов: iperf3, apache bench, speedtest-cli, htop, wireshark.

На основе результатов сформулированы рекомендации. Для маломощных устройств, таких как Raspberry Pi 5, предпочтителен WireGuard благодаря низкой нагрузке и простоте настройки. В корпоративных сетях с повышенными требованиями к безопасности целесообразно использовать OpenVPN. Облачные сервисы рекомендованы только для краткосрочных задач, таких как тестирование или демонстрации.

Проведенное исследование подтвердило эффективность VPN-технологий для удаленного управления умным офисом. Результаты работы могут быть применены в образовательных учреждениях и коммерческих организациях для автоматизации рабочих процессов, повышения энергоэффективности и безопасности. Дальнейшие исследования планируется направить на создание обертки над Home Assistant, которая поможет в обеспечении безопасности, и поиске потенциальных уязвимостей в Home Assistant.

Литература

1. Довгаль, В. А. Интернет Вещей: концепция, приложения и задачи [Электронный ресурс] / В. А. Довгаль. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-kontseptsiya-prilozheniya-i-zadachi>. – Дата доступа: 27.03.2025.
2. Документация Home Assistant [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.home-assistant.io/docs/>. – Дата доступа: 27.03.2025.
3. Что такое Центр Интернета вещей Azure? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/azure/iot-hub/iot-concepts-and-iot-hub>. – Дата доступа: 27.03.2025.
4. Getting Started with Access Server [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openvpn.net/as-docs/getting-started.html>. – Дата доступа: 27.03.2025.
5. WireGuard: fast, modern, secure VPN tunnel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wireguard.com/#simple-network-interface>. – Дата доступа: 27.03.2025.

В. А. Шкарубо

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Е. И. Сукач**, канд. техн. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАПИСИ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Введение. Автоматизация обработки данных играет важную роль в современных информационных системах, повышая эффективность работы и снижая вероятность ошибок. Одним из перспективных направлений является использование технологий распознавания речи, которые позволяют упростить взаимодействие с программами за счёт голосового управления [1].

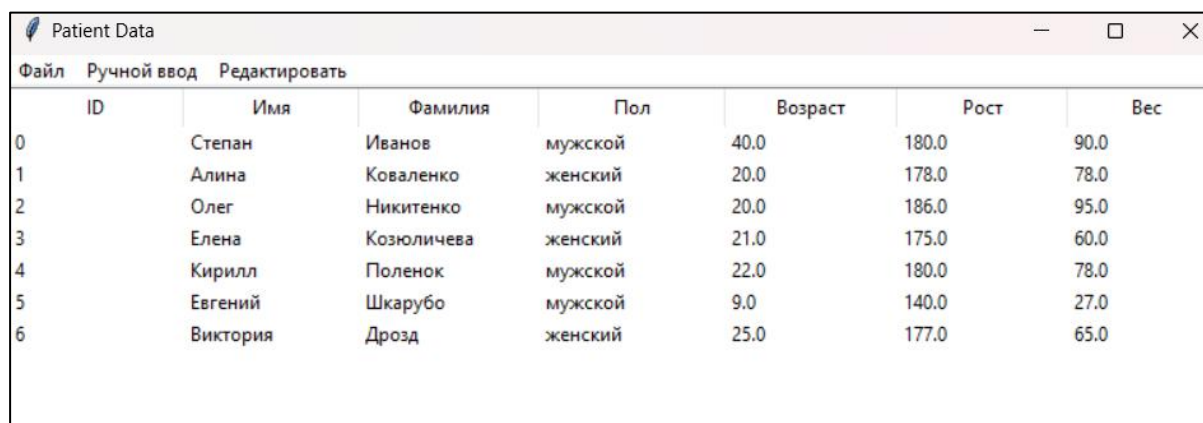
В данной работе рассматривается разработка приложения для операционной системы Windows, которое обеспечивает запись и обработку данных с применением технологии распознавания речи. В основе системы лежит язык программирования Python и библиотеки Vosk, PyAudio, Pandas и Tkinter. Применение этих инструментов позволяет

пользователям вводить данные голосом, минимизируя потребность в ручном вводе и повышая удобство работы с приложением.

Основные компоненты системы. Разрабатываемое приложение включает в себя следующие ключевые компоненты.

Модуль распознавания речи. Отвечает за преобразование голосовых команд в текстовый формат с использованием библиотеки Vosk. Это позволяет системе интерпретировать голосовой ввод и преобразовывать его в управляемые команды для взаимодействия с пользователем.

Графический интерфейс пользователя (GUI). Реализован с использованием библиотеки Tkinter и предоставляет удобные инструменты для ввода, редактирования и просмотра данных. Пользователь может взаимодействовать с системой как голосом, так и через стандартные элементы интерфейса (кнопки, текстовые поля и выпадающие списки) (рисунок 1).



Patient Data						
Файл Ручной ввод Редактировать						
ID	Имя	Фамилия	Пол	Возраст	Рост	Вес
0	Степан	Иванов	мужской	40.0	180.0	90.0
1	Алина	Коваленко	женский	20.0	178.0	78.0
2	Олег	Никитенко	мужской	20.0	186.0	95.0
3	Елена	Козюличева	женский	21.0	175.0	60.0
4	Кирилл	Поленок	мужской	22.0	180.0	78.0
5	Евгений	Шкарубо	мужской	9.0	140.0	27.0
6	Виктория	Дрозд	женский	25.0	177.0	65.0

Рисунок 1 – Окно приложения

Модуль обработки данных. Основан на библиотеке Pandas, что обеспечивает структурированное хранение информации и её анализ. Данный модуль позволяет агрегировать и фильтровать данные, а также строить отчёты по введённым записям.

Функционал сохранения и загрузки данных. Реализован с возможностью экспорта и импорта данных в формате CSV. Это даёт возможность пользователям работать с сохранёнными записями и анализировать информацию в сторонних системах, таких как Excel или базы данных.

Алгоритм работы приложения. Программа функционирует по следующему алгоритму.

Инициализация модуля распознавания речи и графического интерфейса. На данном этапе загружается библиотека Vosk, инициализируется модель распознавания речи, а также создаётся графический интерфейс, который отображает основные элементы управления и список записанных данных.

Ожидание голосового ввода или ручного ввода данных через GUI. Программа находится в режиме ожидания команд от пользователя. Пользователь может либо ввести данные вручную через интерфейс, либо использовать голосовые команды.

Обработка голосовых команд, идентификация ключевых слов и передача их в систему управления данными. Распознанный текст анализируется, выделяются ключевые команды (например, «записать данные», «обновить запись», «сохранить файл») и передаются соответствующим модулям системы.

В зависимости от распознанной команды, программа выполняет одно из следующих действий. Записывает данные о пользователе (имя, возраст, пол и другие параметры).

Для проверки точности работы модуля распознавания речи были проведены тесты с различными голосовыми командами, учитывая различия в произношении. Были учтены возможные ошибки и разработаны механизмы исправления некорректных распознаваний (например, добавление уточняющих команд для корректировки введённой информации).



Выводы. Разработанное приложение предоставляет удобный инструмент для работы с данными, снижая нагрузку на пользователей за счёт голосового управления. Это решение может найти применение в медицинской сфере, административных задачах и других областях, где требуется автоматизация ввода и обработки информации. В дальнейшем возможно расширение функционала системы, добавление поддержки дополнительных языков и улучшение алгоритмов распознавания речи.

Кроме того, система может быть интегрирована с облачными сервисами для хранения данных и работы в многопользовательском режиме. Улучшение алгоритмов машинного обучения позволит повысить точность распознавания команд, а также внедрить поддержку голосового управления на основе контекстного анализа пользовательского ввода.

Литература

1. Шкарубо, В. А. Получение, запись и обработки данных с использованием речевого интерфейса / В. А. Шкарубо // XXVII Республиканская научная конференция студентов и аспирантов «Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях», 2024. – г. Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины. – С. 76–77.

Д. А. Шпак

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Ю. В. Никитюк**, канд. физ.-мат. наук, доцент

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ЖИЛОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Автоматизированные системы пожарной сигнализации (АСПС) – комплекс слабых систем, обеспечивающих безопасность в случае возникновения пожара. Системы выполняют следующие функции: зонирование помещений многоквартирного дома согласно их категориям пожароопасности, обнаружение точного места и источника возгорания, обеспечение своевременного предупреждения жильцов о возникновении пожара, управление эвакуацией жильцов и автоматическое пожаротушение. Эффективная работа систем гарантирует сохранность жизней жильцов и минимизирует материальный ущерб в случае возникновения пожара.

В качестве примера был выбран проект многоквартирного жилого дома с реализованными на нем системами АСПС.

Многоквартирный жилой дом (МКД) – это здание, в котором расположено более двух квартир. Главные преимущества МКД – это развитая инфраструктура, хорошо продуманные инженерные системы, благоустроенный внутренний двор с автостоянкой и высокий уровень безопасности. Все многоквартирные дома, проектируемые и возводимые сейчас, обязательно оборудуются автоматизированными системами пожарной сигнализации для обеспечения высокого уровня безопасности жильцов. Пожар в многоквартирном доме представляет особую опасность из-за высокой плотности населения и сложности эвакуации.

Автоматизированные системы пожарной безопасности включают в себя: автоматизированную пожарную сигнализацию (АПС), зоны контроля пожарной сигнализации (ЗКПС)(рисунок 1), системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) и автоматизированные системы противопожарной защиты (АСПЗ). В основе всех систем лежит оборудование, которое включает в себя исполнительные устройства (датчики, извещатели и др.) и устройства управления (приемно-контрольные приборы и т.п.).

На объекте было произведено зонирование помещений в зависимости от класса пожароопасности помещений. Зоны разграничиваются изоляторами шлейфа или приборами, имеющими встроенную защиту от короткого замыкания (рисунок 2). Это обеспечивает защиту шлейфа от короткого замыкания, чтобы при коротком замыкании не вышла из строя вся система.

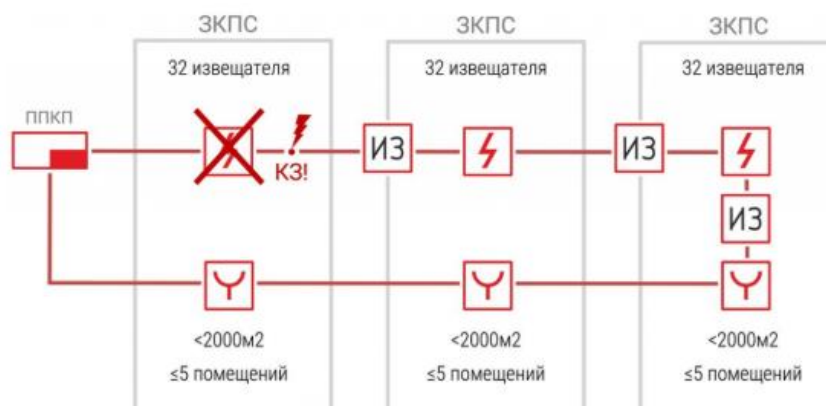


Рисунок 1 – Условная схема ЗКПС

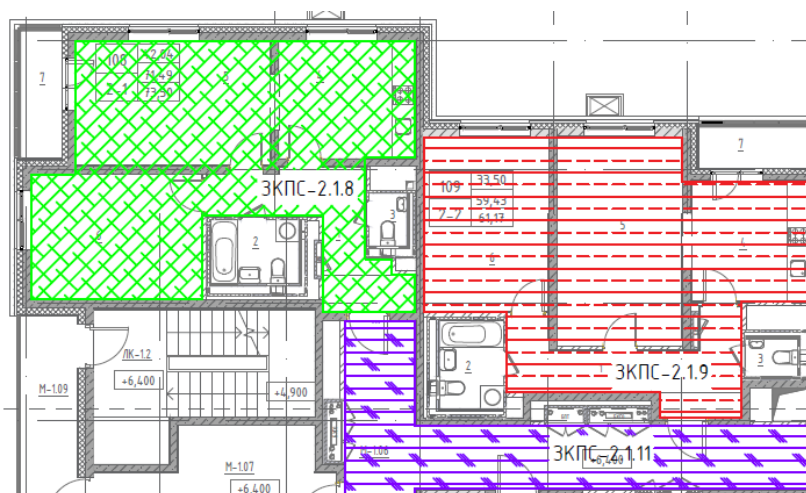


Рисунок 2 – Графическое отображение зон ЗКПС

Исполнительными устройствами систем могут быть извещатели и оповещатели, а также более узконаправленные устройства. Системы оповещения используют зачастую оповещатели и громкоговорители. Системы пожарной сигнализации строятся на использовании датчиков в зависимости от факторов возгорания. В некоторых ситуациях можно выбрать готовый комплекс решений. Примером готового комплекса являются решения компании «RUBEZH». Продукция компании «RUBEZH» очень широко распространена, так как имеет большое количество различных исполнений датчиков, оповещателей и приемо-контрольных приборов. Также компания разработала собственную технологию R3-Link, адаптированную под свои приборы и имеющую ряд плюсов.

Извещатели и оповещатели устанавливаются в помещениях согласно СН 2.02.03-2019. Извещатели делятся на адресно-аналоговые и автономные. При сравнении ИП 212-142 и ИП 212-64-R3 (рисунок 3) видно, что существенной разницы между ними нет за исключением вариации их исполнения. ИП 212-142 (рисунок 4) работает автономно от батарейки и устанавливается в комнатах квартир многоквартирного дома, ИП 212-64-R3 контролирует задымление на коридорах и в технических помещениях.

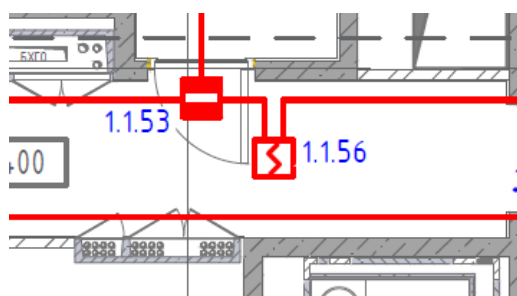


Рисунок 3 – Схема размещения ИП 212-64-R3

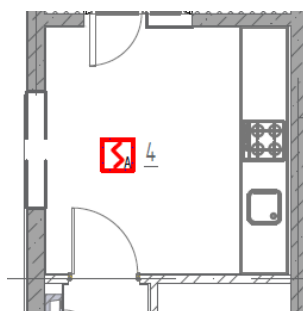


Рисунок 4 – Схема размещения ИП 212-142

Устройствами управления являются приемно-контрольные приборы и приборы управления. Различия между конкретными моделями формируются в зависимости от особенностей объекта и технических требований заказчика. Основным приемно-контрольным устройством у компании “RUBEZH” является R3-Рубеж-2ОП (рисунок 5).



Рисунок 5 – Прибор приемно-контрольный и управления охранно-пожарный R3-Рубеж-2ОП

В зависимости от выбора производителя существует множество различных решений для построения систем разного уровня безопасности и масштабов самих систем. Весомым параметром можно считать способность автоматизированных систем интегрироваться между собой и формировать единую систему. Примером является R3-Рубеж-2ОП, на котором возможно построение АПС, СОТС и СКУД, а также возможно включение их в единый интерфейс R3-Link.

Автоматизированные системы пожарной сигнализации должны соответствовать нормативным документам конкретной страны или области, в которых будет возводиться объект. Нормативные документы находятся в открытом доступе на государственных порталах той или иной страны. За нарушение требований нормативных документов в случае проверок и экспертиз может быть предусмотрена административная или уголовная ответственность лиц, ответственных за проект, вплоть до лишения свободы в

зависимости от тяжести нарушений и последствий, возмещение ущерба в случае порчи имущества в результате несоблюдения и др.

В заключении можно сказать, что на данном этапе АСПС – неотъемлемая часть обеспечения безопасности жизни граждан. Системы АСПС применяются повсеместно и могут быть не только спроектированы в процессе разработки проектной документации, а также установлены в уже возведенных зданиях.

Литература

1. СН 2.02.03-2019 [Электронный ресурс]. – URL: <https://bpsignal.by/uploads/files/pdf/sn-20203-2019-pozharnaya-avtomatika-zdaniy-i-sooruzheniy.pdf>. – Дата доступа: 29.03.2025.
2. Автоматическая система пожарной сигнализации [Электронных ресурс]. – URL: <https://78.mchs.gov.ru/deyatelnost/propaganda/propaganda-sredi-naseleniya/polezno-znat/avtomaticheskaya-sistema-pozharnoy-signalizacii>. – Дата доступа: 29.03.2025.
3. Зоны контроля пожарной сигнализации и алгоритмы управления системами противопожарной автоматики [Электронных ресурс]. – URL: https://www.aktivsb.ru/statii/zony_kontrolya_pozharnoy_signalizatsii_i_algoritmy_upravleniya_sistemami_protivopozharnoy_avtomatiki.html. – Дата доступа: 29.03.2025.
4. Системы пожаротушения: от устройства и видов до технического обслуживания [Электронных ресурс]. – URL: <https://aif.ru/boostbook/sistemy-pozharotusheniya.html>. – Дата доступа: 29.03.2025.
5. Системы оповещения и управления эвакуацией [Электронных ресурс]. – URL: <https://eng-net.ru/blog/sistemyi-opoveshheniya-i-upravleniya-evakuatsionnoy-sou-1-2-3-4-5-tipa/>. – Дата доступа: 29.03.2025.
6. Комплексные системы безопасности RUBEZH [Электронных ресурс]. – URL: <https://products.rubezh.ru/>. – Дата доступа: 29.03.2025.
7. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный адресно-аналоговый ИП 212-64-R3 [Электронный ресурс]. – URL: https://products.rubezh.ru/products/ip_212_64_r3_w1_03-1581/#specification. – Дата доступа: 29.03.2025.
8. Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный автономный ИП 212-142 [Электронный ресурс]. – URL: https://products.rubezh.ru/products/ip_212_142-1756/#specification - Дата доступа: 29.03.2025.
9. Прибор приемно-контрольный и управления охранно-пожарный РЗ-Рубеж-2ОП [Электронный ресурс]. URL: https://products.rubezh.ru/products/r3_rubezh_2op-1576/. – Дата доступа: 29.03.2025.

В. А. Якубова

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. С. Руденков**, канд. техн. наук, доцент

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ КАДРОВОГО УЧЕТА СРЕДСТВАМИ 1С: 8.3

В современном мире эффективное управление персоналом является важным элементом успешного функционирования любой организации. Кадровый учет играет ключевую роль в обеспечении правильного оформления трудовых отношений, расчета заработной платы, контроля рабочего времени и соблюдения трудового законодательства. Однако ведение кадрового учета вручную или с использованием устаревших систем часто приводит к ошибкам, потере данных и снижению эффективности работы отдела кадров [1].

Автоматизация кадрового учета с использованием современных программных решений, таких как платформы «1С: Предприятие», позволяет значительно упростить и ускорить процесс управления персоналом. Программные продукты 1С обеспечивают удобный интерфейс, интеграцию с государственными системами и гибкость в настройке под потребности конкретного предприятия [2].

Актуальная версия платформы **1С: Предприятие 8.3** представляет собой мощный инструмент для автоматизации бизнес-процессов. Она позволяет разрабатывать, настраивать и использовать специализированные конфигурации для различных отраслей и типов предприятий. Благодаря широким возможностям настройки и программирования, она подходит как для небольших компаний, так и для крупных предприятий.

Существенная часть разработки бизнес-приложений ведется в концепции декларативного программирования, без написания кода. Широко используется визуальное редактирование, что позволяет свести объем собственно программирования к минимуму.

Еще одним важным преимуществом 1С является возможность ее настройки и доработки под конкретные нужды предприятия. Разработчики могут вносить изменения в функционал программ, добавлять новые модули и интеграции, что делает систему максимально адаптивной и удобной для пользователей. Это особенно важно для крупных компаний, которым требуется индивидуальный подход в автоматизации бизнес-процессов [3].

Кадровый учет – это систематизированный процесс ведения документации, связанной с сотрудниками организации, их приемом, увольнением, кадровыми перемещениями, учетом рабочего времени и формированием отчетности.

Актуальность темы обусловлена потребностью предприятий в оптимизации трудовых затрат на ведение кадрового учета, снижении риска финансовых и юридических ошибок.

Личная карточка сотрудника – это основной документ в кадровом учете, содержащий полную информацию о работнике, его персональных данных и других сведениях. Личная карточка сотрудника в 1С 8.3 позволяет систематизировать кадровый учет, облегчает доступ к информации о персонале, а также автоматизирует процессы, связанные с кадровым документооборотом. Личная карточка реализуется в виде элемента справочника «**Личная карточка сотрудника**», рисунок 1.

Рисунок 1 – Пример формы личная карточка сотрудника

Автоматизация ведения кадрового учета под нужды конкретной организации является актуальной задачей, поскольку актуальная информация о персонале помогает руководителю выявлять проблемные места, оптимально использовать имеющиеся ресурсы и принимать важные управленческие решения. Автоматизированный кадровый учет на платформе 1С позволяет упростить управление персоналом, минимизировать ошибки и время на обработку кадровых данных.

Литература

1. Обзор системы 1С: Предприятие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://v8.1c.ru/tekhnologii/overview/>. – Дата доступа: 20.03.2025.
2. Кадровый учет в организации, как устроен [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://unistaff.com/academy/kadrovyy-uchet-v-organizaczii-kak-ustroen-osobennosti-vedeniya/> – Дата доступа: 20.03.2025.
3. Описание и возможности 1С: Предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.1ab.ru/blog/detail/1s-chto-eto-za-programma-korotko-o-glavnom/>. – Дата доступа: 20.03.2025.

Секция 4 «Методика преподавания физики и информатики. Образовательная робототехника»

Председатели:

Шершнев Евгений Борисович, канд. техн. наук, доцент.

Шалупаев Сергей Викентьевич, канд. физ.-мат. наук, доцент.

Н. А. Белютый

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. М. Кадан**, канд. техн. наук, доцент

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГЕЙМИФИКАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Геймификация является одной из самых актуальных методик современного образования, особенно в области кибербезопасности. Это связано с бурным развитием цифровых технологий, массовым переходом на дистанционные форматы обучения и работы, а также сменой поколений, для которых взаимодействие с цифровыми устройствами является неотъемлемой частью повседневной жизни. Кроме того, видеоигры и игровые механики становятся все более популярными среди людей разного возраста, что делает геймификацию особенно эффективной методикой обучения.

Геймификация в образовании подразумевает использование игровых элементов и механик в учебном процессе для повышения вовлеченности, мотивации и эффективности усвоения материала. Это особенно актуально в области кибербезопасности, где требуется не только теоретическое понимание, но и практические навыки работы с угрозами, атаками и защитными механизмами.

Целью данной работы является изучение, анализ и решение проблем, связанных с применением различных методов геймификации в образовании, с особым акцентом на обучение кибербезопасности. Для этого проведено исследование существующих геймификационных платформ и разработан проект по созданию собственной базы данных для обучения решению задач по кибербезопасности с использованием Python.

В процессе исследования геймификация рассматривалась с двух точек зрения: со стороны ученика и со стороны учителя.

Со стороны ученика: важно определить, насколько игровой метод способствует заинтересованности в обучении, насколько эффективно усваиваются знания, насколько удобен интерфейс образовательной платформы, какие виды наград используются и насколько они мотивируют продолжать обучение.

Со стороны учителя: ключевыми факторами являются простота создания уроков, продуктивность образовательного процесса, уровень мотивации учеников, а также баланс между игрой и обучением. Слишком увлекательная игра может отвлечь от образовательных целей, а слишком сложный образовательный процесс может быстро снизить интерес.

Для создания образовательных платформ можно использовать специализированные сайты и приложения, либо разрабатывать их самостоятельно с применением различных языков программирования.

В рамках исследования были подробно рассмотрены три современных платформы, предлагающие обучение кибербезопасности с элементами геймификации. Каждая из них использует уникальные подходы к обучению:

1. STFtime – Первая платформа предлагает интерактивные курсы, включающие в себя игровые задания и квесты, направленные на изучение различных аспектов кибербезопасности. Она позволяет обучающимся проходить уровни, получая за это достижения и баллы.

2. PWNcollege – Вторая платформа делает акцент на соревновательный элемент, предлагая пользователям участвовать в соревнованиях и хакатонах, решая реальные задачи в области кибербезопасности. Успешные участники получают денежные вознаграждения и призы.

3. HackTheBox – Третья платформа ориентирована на командное взаимодействие, позволяя пользователям обучаться и выполнять задания в команде, что способствует развитию навыков совместной работы в условиях киберугроз.

Одним из наиболее популярных игровых форматов обучения в области кибербезопасности является формат Capture The Flag (CTF). CTF-соревнования представляют собой набор практических задач различной сложности, связанных с анализом уязвимостей, криптографией, реверс-инжинирингом, веб-безопасностью и многими другими аспектами. Участники должны находить и использовать уязвимости в системах для получения «флага» – специального кода, подтверждающего успешное выполнение задания. Такие соревнования способствуют развитию аналитического мышления, улучшению технических навыков и практическому освоению инструментов, используемых в реальной кибербезопасности. Кроме того, они мотивируют участников работать в команде и взаимодействовать с единомышленниками, создавая сообщество специалистов в данной области.

По итогам анализа выявлены основные преимущества и недостатки рассмотренных платформ:

- некоторые платформы делают упор на развлекательные элементы, но при этом не предоставляют достаточного количества практических заданий;
- другие, напротив, перегружены сложными задачами, что снижает мотивацию у начинающих пользователей;
- важным аспектом является наличие четкой системы наград, которая стимулирует учеников к дальнейшему обучению.

На основании полученных данных предложены способы улучшения существующих сервисов:

- разработка гибридного подхода, сочетающего элементы соревнований, командной работы и индивидуального обучения;
- добавление интерактивных заданий с возможностью получения обратной связи от преподавателей и опытных пользователей;
- создание адаптивных курсов, которые подстраиваются под уровень знаний обучающихся.

В рамках исследования начата разработка базы данных, предназначенной для обучения решения задач по кибербезопасности с использованием Python. Данный проект направлен на создание задачника, который позволит обучающимся разбирать типовые сценарии атак, анализировать уязвимости и разрабатывать решения для защиты информации.

Основные возможности базы данных:

- наличие большого количества задач разного уровня сложности;
- интерактивный режим проверки решений с автоматической обратной связью;
- многофункциональный поиск и фильтрация задач;
- полное описание задач и турниров CTF;
- возможность добавления новых задач и комментариев от пользователей;
- поддержка командной работы и командного обучения.

Геймификация представляет собой мощный инструмент для повышения мотивации и эффективности обучения в области кибербезопасности. Проведенный анализ показал, что современные образовательные платформы активно используют игровые механики, однако имеют ряд недостатков, которые могут быть устранены за счет гибридных подходов и адаптивных технологий.

Разработка собственной базы данных с задачами по кибербезопасности является одним из перспективных направлений, позволяющих сделать обучение более доступным, интерактивным и эффективным. В дальнейшем планируется расширение функционала базы данных, добавление новых сценариев атак и разработка соревновательной системы для привлечения большего числа обучающихся.

Литература

1. Геймификация: использование игровой механики для обучения школьников основам безопасности в сети Интернет [Электронный ресурс] / КиберЛенинка. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geymifikatsiya-ispolzovanie-igrovoy-mehaniki-dlya-obucheniya-shkolnikov-osnovam-bezopasnosti-v-seti-internet/viewer>. – Дата доступа: 27.03.2025.
2. Геймификация в информационной безопасности [Электронный ресурс] / РБК Тренды. – Режим доступа: https://lukatsky.ru/training/blog-post_6-9.html. – Дата доступа: 27.03.2025.
3. Геймификация обучения информационной безопасности [Электронный ресурс] / Бизнес без опасности. – Режим доступа: <https://pt.2035.university/project/gejmifikacia-obucenia-informacionnoj-bezopasnosti>. – Дата доступа: 27.03.2025.

Д. А. Буйских

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О. В. Дегтярева**, ст. преподаватель

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗНОУРОВНЕВОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕРАКТИВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Перед современным образованием поставлена непростая задача: как обеспечить качественное обучение в классах, где собраны дети с разными способностями и уровнем подготовки. Особенно остро эта проблема проявляется в преподавании физики – предмета, который одновременно и увлекателен, и сложен для понимания. Результаты психолого-педагогических исследований показывают, что традиционная фронтальная форма обучения физике часто оказывается недостаточно эффективной. В среднем около 40 % учащихся испытывают трудности с пониманием абстрактных физических понятий, в то время как 25 % одаренных детей остаются не вовлеченными из-за недостаточной сложности заданий. Этот разрыв в восприятии материала приводит к снижению мотивации как слабых, так и сильных учеников, создавая предпосылки для последующей неуспеваемости учащихся. Решением может стать системное внедрение разноуровневого обучения с использованием интерактивных образовательных технологий.

С каждым годом объем учебной информации по физике увеличивается, и обучающимся становится все сложнее полноценно усваивать материал в рамках традиционных методов обучения. Сегодня необходимо не только передавать знания, но и формировать у учащихся новый тип мышления, позволяющий им адаптироваться к стремительно меняющемуся миру. Одним из достижений последних лет стало внедрение и развитие разноуровневого обучения с применением интерактивных образовательных технологий, основанного на организации взаимодействия обучающихся друг с другом, в процессе которого происходит не только совместное решение поставленных учебных задач, но и активный обмен знаниями и личным опытом [1].

Разноуровневое обучение – это не просто механическое разделение класса на группы. Это целостная методическая система, которая позволяет каждому учащемуся двигаться по индивидуальной образовательной траектории. В случае с физикой такой подход приобретает особую значимость, так как дает возможность наглядно демонстрировать сложные физические явления с учетом познавательных возможностей каждого учащегося.

Ключевую роль в реализации такого подхода играют цифровые образовательные технологии. Виртуальные лаборатории позволяют проводить эксперименты, которые невозможно осуществить в условиях базы для проведения наблюдений, предоставляемой школой. Интерактивные симуляторы, такие как Phet (рисунок 1), наглядно демонстрируют сложные физические процессы, делая их понятными для учащихся с разным уровнем подготовки. Учащийся может наблюдать на экране, как меняется значение выражения, когда меняется тот или иной параметр, что получается после осуществления той или иной операции и т. д. [2]. Адаптивные обучающие системы автоматически подбирают задания оптимальной сложности, создавая персонализированную образовательную среду.

Применение подобных технологий дает новые возможности для дифференциации обучения. Учащиеся, испытывающие трудности, могут работать с упрощенными интерактивными моделями, содержащими дополнительные объяснения и подсказки. Те, кто легко усваивает материал, получают доступ к расширенному контенту и сложным исследовательским заданиям. Учитель при этом выступает в роли наставника, помогающего каждому ребенку раскрыть свой потенциал.

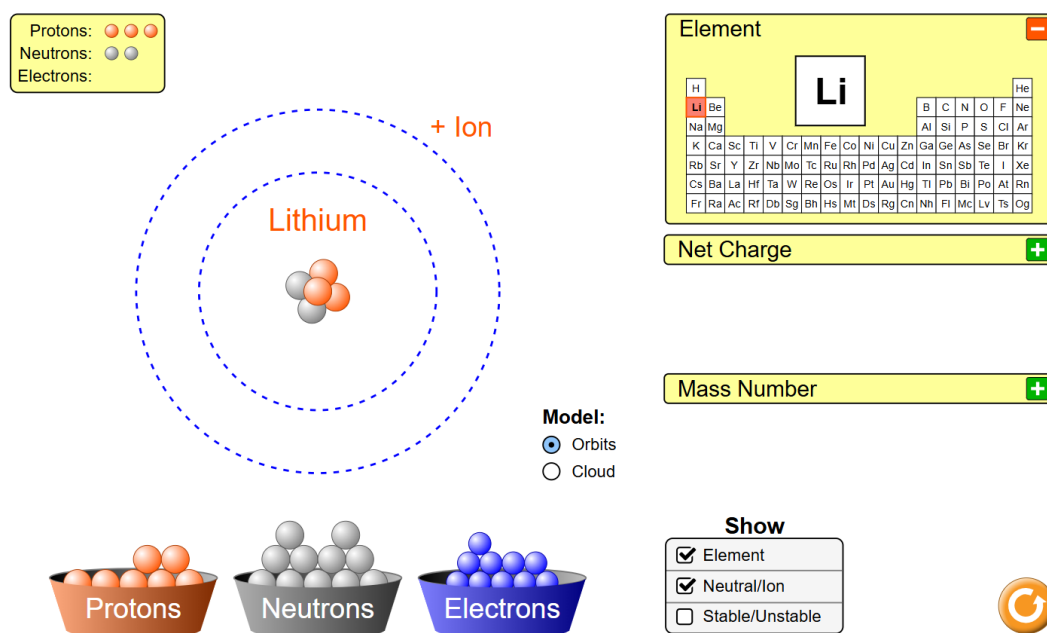


Рисунок 1 – Пример использования виртуальной лаборатории Phet на уроке физики

Важным преимуществом описанного подхода является возможность плавного перехода между уровнями сложности. Цифровые системы позволяют незаметно для учащегося усложнять или упрощать задания, поддерживая оптимальный уровень учебной нагрузки. Это создает комфортную образовательную среду, где нет страха перед трудностями и есть возможность для постоянного развития.

Реализация разноуровневого обучения с использованием интерактивных технологий требует серьезной методической работы. Необходимо разработать четкие критерии оценки уровня подготовки учащихся, создать банк дифференцированных заданий, подобрать соответствующие цифровые инструменты. Особое внимание следует уделить

подготовке учителей, которые должны освоить новые методы работы и научиться эффективно использовать технологические возможности.

Перспективы такого подхода выглядят весьма обнадеживающе. Прием позволяет не только улучшить качество усвоения материала, но и повысить мотивацию учащихся, развить их познавательную активность. В перспективе сочетание разноуровневого обучения с современными технологиями будет способствовать принципиальному изменению в подходах к преподаванию физики, сделав его более гибким, персонализированным и эффективным.

Литература

1. Гущин, Ю. В. Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна»: Интерактивные методы обучения в высшей школе / Ю. В. Гущин. 2012. – С. 1–18.

2. Использование инновационных технологий на уроке физики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kopilkaurokov.ru/fizika/uroki/nauchnaia_statia_ispolzovanie_innovatsionnykh_tekhnologii_na_urokakh_fiziki/. – Дата доступа: 24.03.2025.

Д. Э. Верталь

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О. В. Дегтярева**, ст. преподаватель

ПРИМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ЗАДАЧ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ИЗУЧЕНИЯ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ

Современная система образования требует от учителя ориентации на практическое применение знаний и использование разнообразных подходов. Одним из ключевых направлений в образовании является установление межпредметных связей. Учителю важно осознавать и понимать различные подходы к решению этой задачи.

Межпредметные связи – это взаимосвязи между учебными предметами, которые устанавливаются учителем или учеником в процессе обучения с целью более глубокого понимания проблемы и более эффективного применения знаний на практике [1].

Использование межпредметных связей облегчает процесс обучения, вызывает интерес у детей и помогает связать новый материал с ранее изученным. Предметы учебного курса не являются беспорядочной группой знаний, а представляют собой систему, в которой каждая дисциплина имеет свою логику, а все вместе составляют органически связное целое. Учитель должен ясно понимать смысл этой системы. Кроме специальных знаний, принадлежащих каждой науке, существуют понятия, общие для многих дисциплин и применимые во всех науках.

Физика способствует развитию творческих способностей, мировоззрения и убеждений учащихся, а также воспитанию высоконравственной личности. Достижение главной цели обучения возможно только при наличии интереса к знаниям.

Одним из эффективных методов является решение качественных задач, в которых акцент делается на качественной стороне физических явлений, свойствах тел, веществ и протекающих процессах.

Качественная задача – это такая задача, решение которой осуществляется путем построения логической цепочки рассуждений и не требует обязательных математических вычислений, а используемые вычисления, не образуют строгую и полную логическую систему формальных выводов [2].

При решении качественных задач внимание учащегося не отвлекается на математические расчеты, а полностью сосредотачивается на выявлении сути явлений и процессов, установлении взаимосвязей между ними [2].

Качественные задачи по физике помогают углубить и закрепить теоретические знания. Они делают изучаемую теорию более понятной и интересной, что способствует развитию наблюдательности учащихся и поддерживает их активное восприятие материала на уроках, предоставляют учителям возможность вводить упражнения в разделы курса физики средних школ, которые в основном рассматриваются только с качественной стороны (например, электромагнетизм, ток в газе и вакууме, волновая оптика и т.д.) [3].

Однако при изучении новой темы необходимо помнить следующее. Учащимся предлагается только один тип заданий, каждое решение сводится к одной и той же операции, учащимся не нужно выбирать эту операцию среди других операций, которые возможны в аналогичных ситуациях. Ученик уверен в безошибочности своих действий, и при решении 2-й или 3-й задачи он перестает обосновывать решение задачи, начинает решать задачу механически, только по аналогии с предыдущей задачей, и склонен обходиться без рассуждений. Это приводит к ослаблению развивающего аспекта решения. Поэтому необходимо научить учащихся решать задачи, используя как стандартные методы, так и методы, которые не часто используются в школьной практике. Полезно решать одну и ту же задачу разными способами, учить учащихся видеть разные аспекты физических явлений, развивать творческое мышление.

К настоящему времени накоплено огромное количество задач. Все они отличаются по сложности, содержанию и способу решения.

Однако единой классификации физических задач не существует. Их можно классифицировать по различным критериям [4]:

1. По способу задания:

– текстовые задачи. Это задачи, в которых условия выражены устно в виде текста и содержат все необходимые данные, за исключением физических констант. Эти задачи наиболее широко используются в учебном процессе;

– графические задачи. Это задачи, в которых условия сформулированы с использованием графиков, чертежей, черчения, диаграмм, фотографий и т.д.;

– экспериментальные задачи. Это такие задачи, при решении которых используются как лабораторный, так и демонстрационный эксперимент.

2. По характеру проблемы:

– задачи, в которых должны объяснить явление, указать причины его возникновения. Ключевыми вопросами для этих задач являются: «Что это? Почему это происходит? При каких условиях это наблюдается?»

– задачи, которые необходимо объяснить, научно продемонстрировать суть приемов и методов, используемых на практике. Ключевые вопросы этих задач: «Для чего это делается? На чем основан этот способ?»

– задачи, в которых требуется показать существенные различия и общие черты тел, объектов или явлений. Ключевые вопросы этих задач: «Что общего между ними? Каковы их существенные отличия?»

3. По содержанию условий и требований:

– задачи, на узнавание в конкретном явлении физического явления;

– задачи на объяснение явления и свойств тел;

– задачи на предсказание следствия происходящего явления;

4. По степени сложности:

– простые качественные задачи (задачи-вопросы). Это задачи, решения которых основаны на едином физическом законе, а цепочка выводов из них относительно проста;

– сложные качественные задачи. Это задачи, представляющие собой комбинацию или совмещение нескольких простых задач, которые решают необходимость построения

более сложной и длинной цепочки выводов и анализа нескольких физических закономерностей одновременно.

5. По дидактическим целям, преследуемым в учебном процессе.

Все вышеуказанные виды качественных задач перекрываются друг другом, и между ними нет четкой границы. В зависимости от метода классификации одни и те же качественные задачи могут относиться к разным группам. Поэтому не рекомендуется рассматривать какую-либо одну классификацию качественных задач отдельно, так как она будет неполной. Предлагаю использовать различные классификации этих задач вместе.

Качественные задачи можно применять для закрепления изучаемого материала. Такие задачи очень полезны при проведении опроса, так как позволяют быстро определить, насколько хорошо усвоен и понятен физический смысл рассматриваемой темы.

Для решения качественных задач в физике советую использовать аналитико-синтетический метод. Эффективное использование этого метода в учебном процессе помогает учащимся двигаться в правильном направлении при поиске решений качественных задач и способствует развитию логического мышления.

Суть метода заключается в том, что из экспериментов на занятиях, анализа показательных примеров из жизненного опыта учащихся, лабораторных работ и т.д. – устанавливается общая закономерность для этих явлений, формулируются законы, строятся логические выводы, основанные на законах физики для применения к конкретным случаям.

Проблеме непосредственного использования качественных задач уделяется недостаточно внимания. Вопрос о том, как сформулировать качественные задачи, их выборе, систематическом использовании и рациональных решениях, до конца не разработан и не в полной мере отражен в методической литературе.

Для современных учителей организация работы по решению качественных задач с учащимися является одним из самых сложных звеньев в преподавании физики.

Современная практика показывает, что как учащиеся, так и учителя сталкиваются со многими трудностями при решении качественных задач.

Тому существует несколько причин:

- отсутствие должного внимания к качественным задачам со стороны учителей;
- недооценка их роли и места в преподавании физики;
- упрощенные представления о самой качественной задаче (словесно, значит, просто);
- отсутствие способов их решения и использования в учебном процессе;
- отсутствие хорошего задачника и подробных примеров действий для качественно-го решения задач.

Таким образом, из всего вышесказанного можно сделать вывод, что решение качественных задач способствует формированию у школьников физических представлений, сообразительности, творческого развития логического воображения, мышления, умения применять теоретические знания для объяснения явлений природы, повседневной жизни, техники, а также они расширяют технический кругозор учащихся и готовят их к практической деятельности. Поэтому начинать упражнения по недавно изученному материалу лучше всего с качественных задач.

Литература

1. Кулагин, П. Г. Межпредметные связи в процессе обучения / П. Г. Кулагин. – М. : Просвещение, 1981. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/lib/document/EK/489B676D-EC89-4741-8B7A-D5598DD1CD95/> (дата обращения: 15.02.2025) – С. 35.
2. Хижнякова, Л. С. Планирование учебного процесса по физике в средней школе / Л. С. Хижнякова, Н. А. Родина, Х. Д. Рошовская. – М. : 1982. – Режим доступа: <https://koha.lib.tsu.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=147348/>. – Дата доступа: 20.02.2025.

3. Методические рекомендации к решению качественных задач по физике / сост.: Н. К. Михеева, О. В. Оноприенко, О. И. Цветова. – СПб., 1990. – С. 40.

4. Тульчинский, М. Е. Сборник качественных задачи по физике для средней школы. Пособие для учителя / М. Е. Тульчинский. М.: 1965. – Режим доступа: https://vk.com/doc3260116_585648857?hash=zO2DtNtNRdhiSodZbdQUR4TzhEeFqtu6Eit5V82RGz&dl=b0EWqQ05BvMSX3wUZWbjifwveGSgZOZTMq9570flEgD/. – Дата доступа: 15.03.2025.

К. В. Горбунов

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **С. А. Зайкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ OBSIDIAN В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

В современной системе образования быстрое запоминание и усваивание материала играют ключевую роль в успехе. Однако при использовании только традиционных методов конспектирования информации учащиеся и студенты могут испытывать трудности в процессе обучения. Отсутствие явных системных связей между записанной информацией, неудобная навигация через законспектированные знания и отнимающее много времени повторение учебного материала связаны с неэффективными методами самообразования.

Для решения вышеперечисленных проблем отлично подходит программное обеспечение Obsidian. Obsidian – персональная база данных и приложение для ведения записей и заметок, работающее с файлами markdown [1]. Программа позволяет структурировать учебный материал и собственные мысли по поводу предмета в более удобной по сравнению с конспектами форме. Каждая заметка имеет широкие возможности форматирования текста, а также добавления фото-, видео- и аудио-материалов. Одна из главных функций – представление всех записей в виде графа. Ключевое преимущество заключается в создании связей между узлами этого графа посредством гиперссылок. Имеется возможность посмотреть в виде списка или отдельного графа все файлы, на которые указывает заметка, а также файлы, которые указывают на неё.

Преимущества использования Obsidian перед традиционными методами обучения без него состоит в возможности создания организованной абстрактной информационной структуры, при этом быстрый и удобный доступ к информации по определённой теме предметной области сохраняется. Удобство обеспечивается широкими возможностями фильтрации узлов графа, например по тэгам, наличию ссылки на определённый узел или ключевого слова [2], а также возможностью создания произвольных групп узлов, которые будут видны отдельным графом. Также Obsidian позволяет настроить визуализацию сохранённого учебного материала и связей в нём, например настроить граф так, чтобы тесно связанные друг между другом записи собирались в плотное скопление. Наличие плагинов позволяет пользователю ещё сильнее индивидуализировать своё обучение при недостаточных базовых возможностях Obsidian.

Отметим, что графовое представление записей и широкие возможности просмотра гиперссылок стимулирует нестандартное мышление и позволяет увидеть смысловые связи между далёкими друг от друга темами.

В основе метода обучения при помощи Obsidian лежит система из 4 папок, в которые добавляются записи:

1. «Источники» – содержат записи с ссылками на источники или самими источниками в виде вложенных файлов.

2. «Основные записи» – содержат сами записи по учебному материалу.

3. «Индексы» – содержат структурированные списки ссылок на записи связанные с определёнными темами.

4. «Шаблоны» – содержат пустые шаблоны, которые можно вставлять в новые записи с помощью горячих клавиш.

Разработчик учебных курсов имеет возможность создать папку с помощью “New folder”. Заметки добавляются в папку нажатием кнопки “Move file to...” в контекстном меню при нажатии правой кнопкой мыши на соответствующий узел графа (рисунок 1).

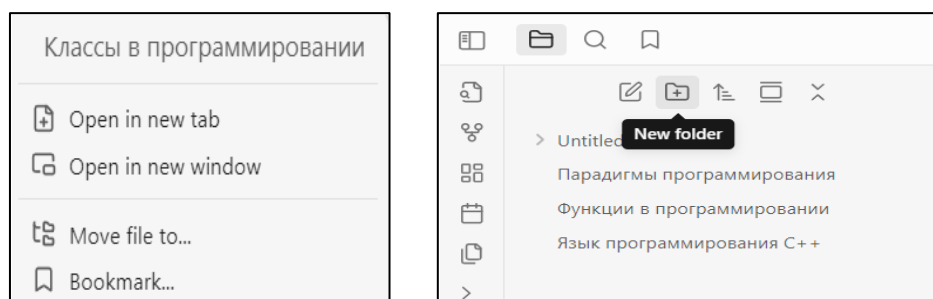


Рисунок 1 – Пример разработки модуля нового учебного курса

Существование папки источников оправдано нуждой использования базы данных Obsidian в будущем для написания научных работ и преподавательской деятельности. Папка шаблонов помогает стандартизировать и ускорить создание записи, экономя время на оформлении и форматировании текста, а также облегчает каталогизацию записей посредством гиперссылок и тегов. Индексы позволяют ещё сильнее структурировать учебный материал, облегчая нахождение нужной информации и создание тесных связей между темами.

В конечном итоге, использование Obsidian в образовательном процессе упрощает процесс осмысления информации, а также создает более интегрированное, связанное образовательное пространство, в котором учащиеся и студенты могут улучшать свои знания и развивать свои навыки более осознанно и глубоко. С учётом приведённых выше возможностей, становится очевидным, что данный инструмент может стать отличным помощником преподавателю в образовательном процессе, позволяя расширить горизонты в самообразовании и профессиональном росте.

Литература

1. Obsidian (software) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Obsidian_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Obsidian_(software)). – Дата доступа: 15.03.2025.
2. ObsidianHelp [Электронный ресурс] / Search. – Режим доступа: <https://help.obsidian.md/plugins/search>. – Дата доступа: 18.03.2025.

К. А. Грань

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Н. А. Алешкевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА КАК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ В ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

В настоящее время на рынке труда наблюдается значительная нехватка специалистов инженерно-технических специальностей. Для решения данной проблемы в ближайшей перспективе необходимо еще на школьном уровне пробуждать интерес учащихся к естественным наукам и популяризировать профессии инженера и конструктора. Одной

из основных задач школьного образования в данном контексте является создание образовательной среды, способствующей раскрытию творческих и исследовательских компетенций учащихся. Одним из эффективных инструментов для решения подобных задач является образовательная робототехника, которая позволяет в игровой форме прививать интерес учащихся к точным наукам.

Одной из важных задач использования образовательной робототехники является пробуждение интереса учащихся к научно-техническому творчеству, развитие общей технической грамотности и повышение мотивации к изучению физики.

Целью данной работы было рассмотрение возможностей использования инструментов робототехники в рамках лабораторного практикума по физике и разработка цикла лабораторных работ по разделу «Механика».

Автором разработаны и апробированы на базе Государственного учреждения образования «Средняя школа № 8 г. Гомеля» методические указания к трем лабораторным работам.

Разработки выполнены на базе образовательной робототехнической платформы Lego Education Mindstorms EV3, предназначенной специально для образовательных учреждений и позволяющей не только изучать теоретические аспекты физики, но и применять их на практике, что способствует более глубокому усвоению материала.

В рамках лабораторной работы «Моделирование равномерного и равноускоренного движения» обучающиеся собирают лабораторную установку и с помощью датчика расстояния и датчика-кнопки исследуют перемещение брусков различной массы, и изучают зависимость скорости и ускорения тел от массы.

На базе того же набора датчиков реализована вторая лабораторная работа по изучению моментов сил и рычажных систем. Учащиеся самостоятельно конструируют и собирают систему рычагов, и при помощи датчиков проводят экспериментальные исследования по измерению моментов сил.

При выполнении лабораторной работы «Колебательные системы» на базе набора Lego Education ученики моделируют и изучают закономерности математического маятника, измеряют амплитуду и частоту колебаний.

Как показала практика, использование образовательной робототехники в рамках лабораторного практикума способствует более глубокому освоению учебного материала, повышает уровень вовлеченности учащихся в образовательный процесс. Применение элементов робототехники позволяет наглядно продемонстрировать физические явления и законы, что облегчает их восприятие и понимание.

Таким образом, образовательная робототехника становится эффективным дополнительным инструментом в изучении физики, направленным на повышение результативности образовательного процесса за счет повышения мотивации школьников к занятиям робототехникой, что, в свою очередь, требует разработки современных приемов и методов гармоничного встраивания инструментов робототехники в учебный процесс.

В. А. Дубовская

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Н. А. Алешкевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ WORDWALL

Всестороннее развитие информационных технологий, цифровизация сферы образования приводит к увеличению спроса на использование электронных образовательных ресурсов (цифровых платформ) особенно в рамках индивидуального и дистанционного обучения. Активное использование электронных ресурсов и цифровых платформ требует разработки

принципиально новых методических, педагогических и технических подходов к организации образовательного процесса в школе [1].

Использование современных образовательных платформ становится неотъемлемой частью эффективного обучения, особенно в таких сложных предметах, как физика. Применение подобных технологий не только обогащает образовательный процесс, но и способствует развитию критического мышления, творческих способностей учащихся и навыков работы в команде.

Образовательные платформы, такие как PhET, Kahoot!, Google Classroom и другие, предоставляют учителям уникальные инструменты для создания интерактивных и увлекательных уроков, которые помогают учащимся лучше усваивать сложные физические концепции. Визуализация физических явлений с помощью симуляций, интерактивные викторины и проектная деятельность способствуют более глубокому пониманию материала и повышению интереса к изучению физики [2].

Образовательные платформы – это онлайн-ресурсы, которые предоставляют доступ к учебным материалам, интерактивным заданиям, тестам и форумам для обсуждения. Они могут быть как общими, так и специализированными, например, для изучения физики. Эти платформы позволяют учителям и ученикам взаимодействовать в удобной и доступной форме, что особенно актуально в условиях дистанционного обучения.

Исходя из опыта применения автором образовательных ресурсов на уроках физики в данной статье рассмотрены некоторые методологические аспекты организации урока физики в 7 классе с использованием платформы WordWall. В рамках данного урока используется метод групповых проектов, который способствует активному вовлечению всех учащихся в образовательный процесс. Урок включает в себя следующие этапы: организационный этап; актуализация опорных знаний; основной этап урока; работа в группах; физкультминутка; презентация проектов; организация домашней работы и рефлексия.

Рассмотрим ключевые стадии урока и подчеркнем важнейшие аспекты применения современных технологий в образовательном процессе.

На этапе изучения нового материала использование платформы WordWall позволяет разнообразить формы подачи материала, повысить интерес учащихся к овладению необходимыми знаниями и развить навыки критического мышления.

На этапе актуализации опорных знаний среди учащихся проводится брейнсторминг. В этом процессе используется платформа WordWall в формате «случайные карты» (рисунок 1). Каждый ученик вытягивает карточку с вопросом и предоставляет на него ответ. Ответы на такие задания могут быть даны как в очном формате, так и в онлайн-режиме, что позволяет адаптировать урок под различные условия и предпочтения учащихся. Использование данного метода способствует активизации мыслительной деятельности и вовлечению всех участников в обсуждение, что в свою очередь способствует более глубокому усвоению учебного материала.

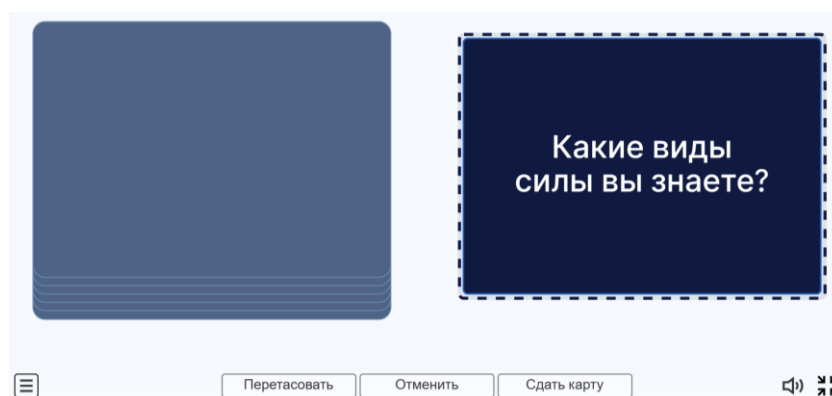


Рисунок 1 – Формат «Случайные карты»

На следующей стадии урока мы переходим к основному этапу, на котором проводится жеребьевка для разделения класса на группы. Для этой цели используется раздел «Открой поле» (рисунок 2) платформы WordWall. Каждый ученик выбирает ячейку, за которой спрятана буква или символ. Ученики, получившие одинаковые символы, объединяются в одну группу. Таким образом, класс разделяется на группы, в которых учащиеся будут продолжать дальнейшую работу. Этот метод способствует не только эффективному формированию групп, но и создает элемент игры, что повышает мотивацию и заинтересованность учеников процессом обучения.



Рисунок 2 – Вид окна «Открой поле»

Далее урок переходит к этапу разделения образовательных проектных тем для разных групп. Применяется тот же формат работы, что и на этапе формирования групп. Платформа предлагает различные варианты, например, «Случайное колесо» (рисунок 3). Капитаны команд запускают колесо на интерактивной доске, что позволяет определить тему доклада для каждой группы. Этот подход не только упрощает процесс выбора тем, но и добавляет элемент случайности и интерактивности, что повышает заинтересованность учащихся в изучении материала, посредством использования интерактивных форм обучения.



Рисунок 3 – Вид окна «Случайное колесо»

Как видно на примере рассмотрения основных этапов урока физики в 7 классе, использование современных образовательных платформ на уроках физики существенно упрощает задачу учителя по организации учебного процесса и способствует активному вовлечению учащихся в изучение учебного материала и их командное взаимодействие. Применение таких технологий как WordWall позволяет создавать динамичную и увлекательную атмосферу в классе, что, в свою очередь, значительно повышает мотивацию и заинтересованность учащихся в обучении.

По мнению автора, применение современных образовательных платформ на уроках физики открывает новые перспективы и горизонты в обучении, способствует повышению эффективности и результативности учебной работы, пробуждает интерес к познавательной и исследовательской деятельности. Все более активное внедрение современных образовательных и Интернет-технологий в образовательный процесс – это шаг к созданию более динамичной, интерактивной и эффективной образовательной среды, которая готовит учеников к новым вызовам XXI века. Важно продолжать исследовать и внедрять новые образовательные технологии, чтобы сделать обучение физике не только полезным, но и увлекательным для каждого ученика.

Литература

1. Дубовская, В. А. Применение образовательных платформ при изучении физики в средней школе / В. А. Дубовская // Актуальные вопросы физики и техники : материалы XI Республиканской научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов, посвященной 100-летию со дня рождения Белого В. А., Гомель, 21 апреля 2022 г.: ГГУ имени Ф. Скорины. – Гомель, 2020. – Ч. 1. – С. 409–412.

2. Дубовская, В. А. О применении интернет-сервиса КАНООТ на уроках физики / В. А. Дубовская // Дни студенческой науки: материалы LI студ. науч.- практ. конф., Гомель, май 2022 г.: ГГУ имени Ф. Скорины. – Гомель, 2022. – Ч. 1. – С. 93–94.

И. О. Индерсон

(МГУ имени А. А. Кулешова, Могилев)

Науч. рук. **В. М. Кротов**, канд. пед. наук, доцент

СИСТЕМА УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАКОНОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА В 8 КЛАССЕ

В содержание обучения физике в учреждения общего среднего образования включены как основы экспериментальной физики, так и элементы физических теорий. В этой связи учебный эксперимент является неотъемлемой частью процесса обучения физике учащихся. Система учебного физического эксперимента включает в себя несколько взаимосвязанных компонентов, каждый из которых играет свою роль в формировании у учащихся глубокого понимания физических законов и явлений.

Структуру системы учебного физического эксперимента на современном уровне преподавания физики можно представить в виде блок-схемы, изображенной на рисунке 1.

Далее рассмотрим содержание системы физического эксперимента при изучении законов постоянного тока в 8 классе.

1. Демонстрационные опыты.

- зависимость силы тока от напряжения;
- зависимость силы тока от сопротивления;
- последовательное соединение резисторов;
- параллельное соединение резисторов;

- нагревание проводника током;
- сравнение мощности ламп разной мощности.

Приведем описание проведения одного из демонстрационных опытов «*Зависимость силы тока от напряжения*».

Цель проведения учебного эксперимента: экспериментально установить зависимость силы тока в электрической цепи от напряжения на ее участке при постоянном сопротивлении.

Оборудование: источник постоянного тока, амперметр, вольтметр, резистор (10–20 Ом), соединительные провода, ключ.

Результаты эксперимента: Во время проведения эксперимента мы наблюдали следующие изменения показаний приборов: при увеличении напряжения, которое показывал вольтметр, сила тока, измеряемая амперметром, также увеличивалась.

Выводы: На основе полученных экспериментальных данных видно, что с увеличением напряжения на резисторе сила тока в цепи также увеличивается. Эксперимент подтверждает закон Ома для участка электрической цепи. Сила тока в цепи прямо пропорциональна напряжению на этом участке [2].

2. Домашние опыты и наблюдения.

- последовательное и параллельное соединение лампочек;
- напряжение и ток (Зависимость силы тока от напряжения);
- зависимость яркости лампочки от напряжения;
- свет в цепочке (Последовательное соединение проводников);
- свет в параллель (Параллельное соединение проводников).

Составными частями структуры заданий по выполнению учащимися домашних опытов и наблюдений рассматриваются следующие элементы:

- предположите, что произойдет с объектом наблюдения;
- проведите опыт и объясните увиденное;
- приведите примеры проявления наблюдаемого явления в природе, технике и практической жизни человека [1].

Приведем описание выполнения одного из домашних опытов: «*Последовательное и параллельное соединение лампочек*».

Оборудование: батарейка, 2–3 лампочки, провода.

2.1. Соедините лампочки последовательно друг за другом. Наблюдайте за яркостью. Отсоедините одну лампочку, что происходит с другой? Лампочки горят тусклее, чем одна лампочка в цепи. При отключении одной лампочки цепь разрывается, и вторая лампочка гаснет. Ток через обе лампочки одинаковый, напряжение делится между ними.

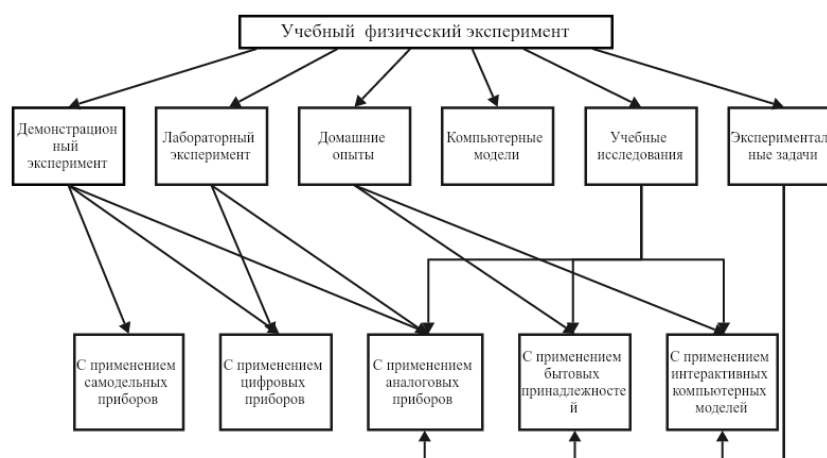


Рисунок 1 – Структура системы учебного эксперимента по физике

2.2. Соедините лампочки параллельно. Наблюдайте за яркостью. Отсоедините одну лампочку, что происходит с другой? Лампочки горят ярче (или так же ярко, как одна лампочка в цепи). При отключении одной лампочки вторая продолжает гореть. Напряжение на каждой лампочке одинаковое, общий ток делится между ними.

2.3. Сделайте вывод.

3. Учебные исследования.

- зависимость силы тока от напряжения при постоянном сопротивлении;
- зависимость силы тока от сопротивления при постоянном напряжении;
- последовательное соединение резисторов;
- параллельное соединение резисторов;
- проверка закона Ома для участка цепи.

Приведем описание проведения одного из учебных исследований: «Параллельное соединение резисторов».

Цель исследования: экспериментально определить общее сопротивление двух и более резисторов, соединенных параллельно, и сравнить полученное значение с теоретическим, рассчитанным по формуле для параллельного соединения.

Оборудование: резисторы с известными номинальными сопротивлениями (R_1, R_2, R_3), источник постоянного тока (батарейка или регулируемый блок питания) с напряжением не менее 4,5 В; мультиметр; соединительные провода; линейка.

План выполнения исследования:

1. Измерьте R_1 , несколько раз и рассчитайте среднее значение.
2. Измерьте R_2 и R_3 . Повторите шаг 1.1 для второго и третьего резистора.
3. Параллельно соедините резисторы R_1, R_2 и R_3 .
4. Измерьте общее сопротивление ($R_{\text{общ}}$).
5. Рассчитайте $R_{\text{теор}}$ для параллельного соединения.
6. Сравните $R_{\text{общ}}$ и $R_{\text{теор}}$. Рассчитайте погрешность.
7. Проанализируйте полученную погрешность.
8. Сформулируйте вывод о соответствии экспериментальных данных теоретическим.

При выполнении данного исследования учащимся важно помнить о правилах техники безопасности при работе с электрическими цепями [3].

4. Экспериментальные задачи.

- проверка закона Ома для участка цепи;
- определение сопротивления проводника;
- зависимость сопротивления проводника от его длины;
- зависимость сопротивления проводника от площади поперечного сечения;
- последовательное и параллельное соединение.

Приведем описание выполнения одной из экспериментальных задач:

«Зависимость сопротивления проводника от площади поперечного сечения».

Цель: экспериментально проверить зависимость сопротивления проводника от площади его поперечного сечения.

Оборудование: набор проволоки из одного и того же материала (например, из нихрома), но с разными диаметрами (и, следовательно, с разными площадями поперечного сечения); мультиметр, линейка, штангенциркуль, клеммы для подключения проволоки к мультиметру.

Ход решения задачи:

1. Измерьте длину (l) и диаметр (d) каждой проволоки (несколько измерений для каждого образца). Рассчитайте площадь поперечного сечения ($S = \pi(d/2)^2$).
2. Измерьте сопротивление (R) каждой проволоки несколько раз.
3. Занесите данные в таблицу (l, d, S, R и $1/S$). Постройте график зависимости R от $1/S$.
4. Проанализируйте график. Рассчитайте удельное сопротивление ($\rho = R \cdot S/L$).
5. Сформулируйте вывод о зависимости сопротивления от площади поперечного сечения, учитывая возможные погрешности.

Литература

1. Кротов, В. М. Домашние опыты и наблюдения по физике как средство учебного познания учащихся / В. М. Кротов // Актуальные направления развития современной физики и методики ее преподавания в вузе и школе: Материалы VI международной научно-практической конференции / под ред. И. В. Бурковой – Борисоглебск : ГУО ВПО «Борисоглебский ГПИ», 2011. – С. 42–46.
2. Кротов, В. М. Методика и техника демонстрационного эксперимента по физике: учебно-методическое пособие / В. М. Кротов. – Могилев : УО «МГУ им. А. А. Кулешова», 2008. – 122 с.
3. Кротов, В. М. Технология учебного исследования в обучении физике учащихся 8-9 классов / В. М. Кротов, С. В. Доросевич. – Могилев : УО «МГОИРО», 2014. – 102 с.

А. С. Машнин

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. С. Руденков**, канд. техн. наук, доцент

СПОСОБЫ ИНТЕГРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Искусственный интеллект (ИИ) – это область компьютерных наук, которая занимается созданием машин и программ, которые способны выполнять задачи, обычно требующие интеллекта человека. ИИ имеет потенциал для изменения образовательных методов и улучшения качества обучения. С его помощью можно создавать уникальные программы обучения и адаптировать их под индивидуальные потребности учеников. Также ИИ может использоваться для автоматической оценки и анализа результата обучения, что помогает преподавателям улучшать свои методы. Такие машины и программы используются для анализа данных, обучения, распознавания образов, управления роботами и многих других задач. Искусственный интеллект дает возможность создавать системы, которые могут анализировать и получать новые знания из больших объемов данных, могут принимать решения на основе этих знаний и улучшать свою производительность с течением времени [1].

Одной из наиболее значимых сфер, где автоматизация и технологии искусственного интеллекта приносят наибольшую эффективность, является работа с большими объемами данных. Сюда входят анализ информации, проверка математических расчетов, составление отчетов и многие другие задачи, которые ИИ способен выполнять быстрее и точнее, чем человек. Автоматизация предполагает применение специализированных алгоритмов и программ для выполнения однотипных операций. Искусственный интеллект, в свою очередь, дает системам возможность обучаться на основе больших массивов данных и принимать решения, опираясь на аналитику. Такие системы обрабатывают и анализируют информацию значительно быстрее и с большей точностью, чем человек. К примеру, ИИ способен самостоятельно анализировать текстовую информацию, распознавать изображения, предсказывать тенденции, используя исторические данные, и выполнять множество других функций. Благодаря внедрению искусственного интеллекта организации могут значительно сократить затраты на персонал и время выполнения задач, одновременно увеличивая их точность и скорость. Освободившиеся ресурсы можно направить на развитие новых направлений и реализацию стратегических инициатив, что способствует усилению конкурентных позиций компаний.

Вот несколько наиболее эффективных ИИ-решений, упрощающих обучение:

1. AiWriteArt – отличный вариант для работы с контентом. Этот инструмент позволяет генерировать оригинальные и интересные тексты, такие как рефераты, публикации, маркетинговые материалы и прочее. Поддержка разных языков делает его подходящим как для учебных целей, так и для творческих задач.

2. ChatGPT – многофункциональный диалоговый помощник, основанный на GPT-4, который может помочь в создании текстов, обработке информации, переводе и решении обычных вопросов. Это полезный ресурс для учебы, профессиональной деятельности и личностного роста.

3. Gemini – проект от Google, сочетающий возможности языковых моделей с функционалом инструментов для анализа данных. Рекомендуются для сложных исследовательских и учебных работ.

4. DeepL – один из ведущих сервисов перевода, предлагающий точный перевод на широкий спектр языков. Помогает с материалами, созданными на других языках, или при освоении новых.

5. Tome – это нейросеть, предназначенная для создания презентаций. Пользователям достаточно описать желаемый контент на выбранном языке, и система, следуя этим указаниям, сгенерирует около восьми слайдов с подходящими изображениями и текстом.

6. BlackBox – искусственный интеллект, который оказывает помощь в изучении программирования. Он поддерживает свыше 20 языков программирования, включая Python, JavaScript, TypeScript, Go и Ruby.

7. Writefill – нейросеть, которую можно интегрировать в текстовый редактор, она способна выявлять в тексте ошибки, опечатки и повторения. Кроме того, она помогает структурировать информацию, перефразировать предложения и предлагает подходящие названия [2].

Еще одна значимая сфера применения искусственного интеллекта – это персонализированное обучение. Специализированные программы могут формировать индивидуальные учебные планы и материалы, учитывая текущий уровень знаний и потребности каждого учащегося. Это позволяет учащимся получать более эффективное образование, избегая излишнего повторения материала и сосредотачиваясь на наиболее важных аспектах. Внедрение искусственного интеллекта также может расширить доступность образования, предоставляя учебные материалы и курсы в онлайн-формате и разрабатывая персонализированные учебные планы для студентов с разными потребностями и уровнем подготовки.

Образовательные учреждения ищут способы противодействия списыванию, осуществляемому с помощью нейросетей. Первое, что пришло в голову многим педагогам, – возродить практику устных экзаменов. Это может быть эффективным решением, но проверка контрольных работ – это одно, а вызов каждого ученика к доске – совсем другое: времени урока на это явно не хватит. В ряде стран уже начата разработка программ, которые, подобно «Антиплагиату», способны распознавать тексты, созданные искусственным интеллектом. Разумеется, они используют те же принципы, что и нейросети – самообучающиеся алгоритмы определения. Несколько компаний уже представили так называемые контент-детекторы. Однако все они пока что не совершенны. Например, AI Text Classifier от OpenAI, создателей популярной ChatGPT, верно определяет тексты, созданные нейросетью, лишь в 26 % случаев. А 9 % текстов, написанных человеком, ошибочно считает сгенерированными ИИ. Безусловно, в будущем показатели улучшатся, но пока рассчитывать на помощь нейросетей в распознавании текстов, созданных ИИ, не приходится [3].

Тем не менее, внедрение автоматизации и искусственного интеллекта в образование также создает определенные трудности и риски. Важно найти равновесие между использованием новых технологий и сохранением человеческого фактора в образовательном процессе. Личное общение, навыки межличностного взаимодействия и эмоциональная связь между студентами и преподавателями по-прежнему являются важной частью обучения. Интеграция искусственного интеллекта в образование открывает многообещающие возможности: от повышения качества и доступности образовательных ресурсов до подготовки студентов к будущим вызовам. ИИ способствует развитию творческого и критического мышления, предоставляя инструменты для решения сложных задач. Внедрение ИИ создает новые перспективы и проблемы для всех участников образовательного процесса, требуя внимания к этическим вопросам и поддержки педагогов в освоении новых технологий, чтобы в полной мере использовать потенциал ИИ для развития учащихся.

Литература

1. Михайлова, А. И. Искусственный интеллект в образовании / А. И. Михайлова // ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», Шадринск. – С. 103–105.
2. ФоксФорд / Искусственный интеллект в образовании: перспективы и примеры использования [Электронный ресурс]. – Дата последнего обновления статьи: 07.03.2025. – URL <https://media.foxford.ru/articles/neyroseti-v-obrazovanii>. – Дата обращения: 09.03.2025.
3. Трусова, Е. В. Интеграция искусственного интеллекта в образовательный процесс / Е. В. Трусова // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – № 2 (70). – 2024. – С. 3.

М. И. Мойсейчик

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. Л. Ситкевич**, ст. преподаватель

ФИЗИКА НА БЕЛОРУССКОМ

Современное образование сталкивается с вызовами, требующими не только инновационных решений, но и сохранения культурной идентичности. Одной из таких проблем является постепенное угасание использования белорусского языка в технических и естественнонаучных дисциплинах. Молодёжь всё реже обращается к родному языку при изучении физики, информатики и робототехники, что ведёт к его вытеснению из академической среды.

Эти проблемы вдохновили меня на создание Telegram-бота “Беларуская Фізіка” (рисунки 1–2), который объединяет современные технологии и родной язык для изучения физики. Бот предоставляет:

- интерактивные уроки с адаптивными заданиями на белорусском языке;
- модули для решения задач, включая разделы по теплофизике, механике и робототехнике;
- визуализацию физических процессов.

Для разработки используется несколько инструментов: язык программирования Python и C#, JetBrains PyCharm, Microsoft Visual Studio.

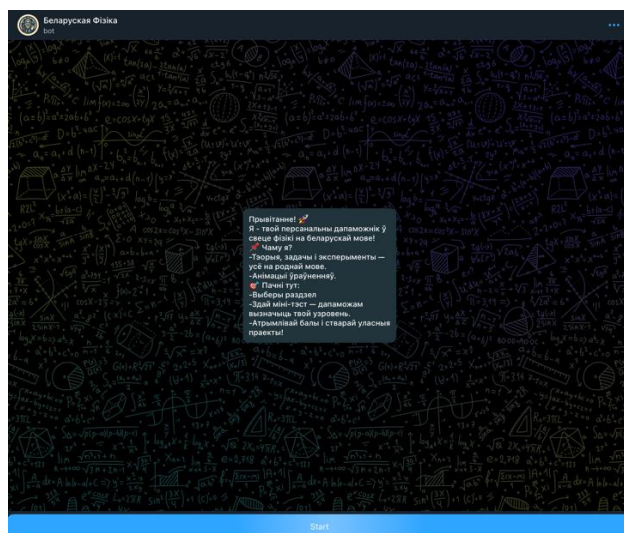


Рисунок 1 – Интерфейс и вступительное сообщение бота

Актуальность проекта:

- **сохранение языка:** бот использует белорусскую терминологию, адаптированную под современные стандарты;
- **доступность:** для работы с приложением достаточно смартфона и приложения Telegram;
- **интерактивность:** геймификация и мгновенная обратная связь повышают мотивацию учащихся.

Функционал бота постоянно расширяется и на данный момент список таков:

- решение классических задач с помощью визуализации (рисунок 3);
- система баллов за решённые задачи;
- автоматическая оценка знаний на основе результатов вступительного теста;
- Создание образовательной программы исходя из оценки уровня знаний.

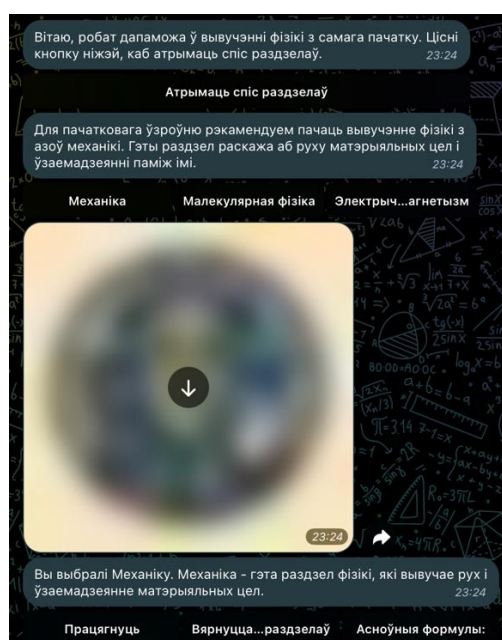


Рисунок 2 – Взаимодействие с интерфейсом приложения



Рисунок 3 – Гравитационное взаимодействие

В планах внедрить индивидуального помощника через ИИ API, чтобы получить индивидуальный подход к каждому пользователю и точное решение его проблем.

Д. И. Русецкая

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **Н. А. Алешкевич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ИНФОГРАФИКИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Одной из устойчивых тенденций в современном образовательном пространстве является все более широкое использование современных образовательных технологий и Интернет-ресурсов, направленных на активизацию познавательных способностей и мотивацию учащихся к изучению учебного материала. Эффективным средством, направленным на пробуждение интереса к обучению и повышение качества образовательного процесса, является использование средств и методов визуализации информации. Визуализация материала предоставляет возможность учащимся правильно организовывать и анализировать информацию, развивает критическое мышление, помогает учащимся интегрировать новые знания, позволяет связывать полученную информацию в целостную картину о том или ином явлении или объекте. Как показывает практика, использование инфографики на уроках физики является эффективным инструментом, позволяющим ученикам в наглядной и доступной форме понять сложные физические процессы и закономерности. Поэтому разработка методических материалов по физике с использованием средств инфографики является актуальной задачей и способствует улучшению восприятия учебного материала.

Целью нашего исследования является анализ существующих средств и методов визуализации учебного материала, а также разработка и внедрение методических материалов по физике с элементами инфографики для средней школы.

На первых этапах работы были рассмотрены психолого-педагогические и методические особенности организации образовательного процесса по физике в 7–9 классах с использованием технологии инфографики как одного из эффективных инструментов развития визуального мышления. Проанализированы также возможности использования современных программных средств и Интернет-сервисов для реализации элементов инфографика при изучении учебного материала, постановке демонстрационного эксперимента и проведении лабораторных экспериментов.

Во время прохождения педагогической практики нами был разработан ряд методических материалов по физике с использованием техник инфографики: интеллект-карта, которая позволяет структурировать учебный материал и акцентировать внимание на наиболее значимых моментах; опорный конспект, когда учебный материал представлен в виде краткой тезисной схемы, содержащей условные обозначения, рисунки, таблицы, схемы, определения; таймлайн как наглядный инструмент, предназначенный для изучения

определенного раздела физики в хронологическом порядке и представляющий собой горизонтальную линию с расположенными на ней в исторической ретроспективе элементами, событиями, датами.

Как показала практика, результативность усвоения нового материала и эффективность образовательного процесса в целом, значительно возрастает, если использование наглядности в обучении выполняет как иллюстративный, так и когнитивный функционал, когда кроме зрительного восприятия материала подключается еще и образное мышление. Кроме того, применение средств и методов инфографики при изучении физики существенно облегчить задачи педагога по мотивации учащихся к изучению учебного материала, а также оказывает существенную помощь учащимся в понимании физических закономерностей и процессов, запоминании формул и законов, пробуждает интерес к изучению предмета и повышает уровень их мотивации.

Д. И. Русецкая

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **С. В. Шалупаев**, канд. физ.-мат. наук, доцент

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ САМОРАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Саморазвитие представляет собой объективный процесс, который не всегда зависит от разума и воли человека. Оно охватывает как общее саморазвитие, так и развитие личности, и имеет междисциплинарный характер. Саморазвитие, рассматриваемое как способ существования материи, привлекает внимание философии, естественных и гуманитарных наук. Проблема саморазвития личности более узкая, но требует значительных теоретических усилий для её решения. Комплексный подход к изучению саморазвития личности предполагает интеграцию достижений различных антропологических дисциплин, а также осознание специфики психологического подхода к данной проблеме.

Раздел «Электродинамика» является одним из самых трудных в школьной программе. В нем рассматриваются электрические и магнитные явления, электромагнитные колебания и волны, а также вопросы волновой оптики и основы специальной теории относительности.

В процессе изучения электродинамики в рамках курса физики студенты сталкиваются с довольно сложными общеобразовательными и воспитательными задачами. Решение этих воспитательных задач направлено на углубление научного мировоззрения, формирование материалистического и диалектического понимания природы, а также способствует развитию логического мышления студентов через методы познания, такие как анализ, синтез, дедукция, аналогия и другие.

Ученикам важно осознавать диалектику эволюции представлений о физической картине мира, включая ограничения механического и электродинамического подходов к описанию природы. Установление границ применения электродинамики способствует иллюстрации познаваемости природы и бесконечности процесса познания, что, в свою очередь, развивает диалектическое мышление [1].

Если проанализировать логическую структуру раздела «Электродинамика», то необходимо выделить:

1. Основные понятия электродинамики; электромагнитное поле, заряд.
2. Законы постоянного тока; электрические цепи.
3. Взаимодействие поля и вещества; свойства вещества.
 - 3.1. Электрические свойства вещества.
 - 3.2. Магнитные свойства вещества.
 - 3.3. Оптические свойства вещества.
 - 3.4. Электрическая проводимость различных сред.

4. Элементы специальной теории относительности.
5. Основные технические применения электродинамики.

Из-за абстрактности и сложности электродинамики важно акцентировать внимание на наглядности, которая достигается через физические эксперименты. Особое значение имеют фундаментальные эксперименты. Существует множество таких опытов, и в первую очередь стоит выделить следующие:

1. Опыты Кулона по установлению зависимости силы взаимодействия двух электрических зарядов от модуля этих зарядов и расстояния между ними.
2. Опыты Эрстеда по обнаружению действия электрического тока на магнитную стрелку.
3. Опыт Ампера по взаимодействию параллельных токов.
4. Опыты Ома, вскрывающие характер зависимости между силой тока и напряжением.
5. Опыты Фарадея по электромагнитной индукции.
6. Опыт Герца по получению, обнаружению и выяснению свойств электромагнитных волн.

7. Опыт Рикке по выяснению природы носителей тока в металлах.

Видно, что фундаментальных опытов для электродинамики достаточно велико.

У студентов может возникнуть ощущение, что решение соответствующих научных проблем является простым и легким.

Вывод: при проведении основных экспериментов с использованием оборудования важно понять те трудности, с которыми действительно сталкивались ученые, и способы их преодоления.

Эксперименты, которые помогают ввести основные понятия, эксперименты, раскрывающие суть электродинамики, а также эксперименты, позволяющие использовать аналогии при изучении электромагнитных явлений: между электрическим током и потоком жидкости, между самоиндукцией и инерцией, между гравитационным и электростатическим полем и другими явлениями.

Еще одной характерной чертой раздела «Электродинамики» является его богатство мировоззренческим и политехническим содержанием.

Литература

1. Каменецкий, С. Е. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. Пособие для студ. Пед. Вузов / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурьшева, Т. И. Носова [и др.]; под ред. С. Е. Каменецкого. – М.: Издательский центр «Академия», – 2000. – С.140–147.
2. Коноплёва, Н. А. Социокультурные основы технологий саморазвития : учебное пособие / Н. А. Коноплёва. – Владивосток : ВВГУ, 2023. – ISBN 978-5-9736-0698-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL : <https://e.lanbook.com/book/416657> (дата обращения: 30.01.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 218–219.

А. С. Сазонов

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. С. Руденков**, канд. техн. наук, доцент

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ БАЗОВЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ»

В настоящее время в связи широким внедрением и интенсивным развитием систем контроля и управления доступом (СКУД), в том числе и с использованием искусственного

интеллекта, потребность в специалистах в области электронных систем безопасности неуклонно возрастает. Таким образом, подготовка специалистов, обладающих компетенциями в области проектирования и разработки систем контроля и управления доступом, является актуальной задачей, требующей внедрения в учебный процесс самых современных технических решений.

Системы контроля и управления доступом представляют собой совокупность технических, программных и организационных мер, направленных на ограничение доступа к информационным ресурсам.

Для студентов специальности «Электронные системы безопасности» изучение СКУД является неотъемлемой частью профессиональной подготовки. Студенты изучают основные модели контроля доступа, что помогает им понять, как ограничивать доступ к данным в зависимости от уровня доверия к пользователю. Кроме того, посредством изучения СКУД развиваются навыки проектирования и реализации систем безопасности. Студенты учатся разрабатывать и внедрять системы контроля доступа, что включает в себя настройку политик безопасности, использование специализированного программного обеспечения и аппаратных решений. В процессе обучения анализируются угрозы и уязвимости, изучаются реальные кейсы нарушений безопасности, связанных с несанкционированным доступом, и разрабатываются меры по их предотвращению. Практические занятия и лабораторные работы помогают студентам применять полученные знания на практике, что особенно важно для их будущей профессиональной деятельности.

На сегодняшний день в образовательном процессе широко применяется СКУД SIGUR E500, которая представляет собой современную систему контроля и управления доступом, разработанная для обеспечения безопасности объектов различного уровня сложности. Она позволяет управлять доступом сотрудников и посетителей, вести учет рабочего времени, интегрироваться с другими системами безопасности, такими как видеонаблюдение и охранная сигнализация.

Основные особенности SIGUR E500:

- система состоит из контроллеров, считывателей, идентификаторов и программного обеспечения, что позволяет гибко настраивать ее под нужды конкретного объекта;
- система может быть расширена для работы на крупных объектах с большим количеством пользователей;
- SIGUR E500 поддерживает интеграцию с другими системами безопасности, что делает ее универсальным решением для комплексной защиты;
- программное обеспечение системы предоставляет интуитивно понятный интерфейс для настройки и мониторинга.

Работа с данной системой СКУД позволяет студентам приобрести как базовые, так и специализированные компетенции, необходимые для их будущей профессиональной деятельности. Среди базовых компетенций необходимо отметить такие как:

- понимание принципов работы СКУД. Студенты изучают, как функционируют системы контроля доступа, какие компоненты входят в их состав и как они взаимодействуют между собой.
- навыки работы с аппаратным обеспечением. Студенты учатся подключать и настраивать контроллеры, считыватели и идентификаторы.
- основы программирования и настройки. Работа с программным обеспечением SIGUR E500 развивает у студентов навыки настройки параметров системы, создания пользователей и управления правами доступа.

Специализированные компетенции формируются в процессе проектирования систем безопасности, изучения возможностей интеграции системы с другими СКУД, а также в процессе анализа и устранения неисправностей. Студенты учатся разрабатывать схемы размещения оборудования, рассчитывать зоны покрытия и выбирать

оптимальные компоненты для конкретных задач; изучают принципы интеграции СКУД с видеонаблюдением, охранной сигнализацией и другими системами; приобретают навыки диагностики и устранения неполадок в работе системы, что важно для их будущей работы в качестве инженеров по обслуживанию.

С целью приобретения практических навыков студенты учатся устанавливать и настраивать оборудование, получают опыт монтажа и настройки компонентов системы на реальных объектах или учебных стендах; работают с базами данных, так как система SIGUR E500 использует базы данных для хранения информации о пользователях и событиях, что позволяет студентам освоить основы работы с СУБД; учатся формировать отчеты по событиям системы, что важно для анализа работы СКУД и принятия решений по улучшению безопасности [1].

Таким образом, использование системы SIGUR E500 в учебном процессе позволяет приблизить обучение к реальным условиям, ведь студенты работают с оборудованием, которое используется на реальных объектах, что повышает их готовность к профессиональной деятельности. Кроме того, в процессе обучения развивается критическое мышление, благодаря решению задач по проектированию и настройке системы, что требует от студентов анализа и принятия решений.

Изучение систем контроля доступа играет важную роль в подготовке профильных специалистов, так как позволяет сформировать у студентов необходимые компетенции, развивает практические навыки, необходимые для работы в условиях постоянно меняющихся угроз. Таким образом, подготовка учебно-методических материалов, посвященных изучению СКУД и использование современного оборудования в учебном процессе является необходимым требованием для подготовки высококвалифицированных выпускников специальности «Электронные системы безопасности».

Литература

1. SIGUR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sigur.com/products/controllers/>. – Дата доступа: 04.03.2025.

А. Н. Смоликова

(МГУ имени А. А. Кулешова, Могилёв)

Науч. рук. **В. М. Кротов**, канд. пед. наук, доцент

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЁТНЫХ ЗАДАЧ НА ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

В современном мире, где информация появляется с невероятной скоростью, функциональная грамотность становится ключевым фактором успеха и развития как для отдельных людей, так и для всего мира в целом. Теперь это не просто требование к образованию, а необходимость для эффективной работы, принятия обоснованных решений и успешной адаптации к новым вызовам.

Функциональная грамотность – уровень грамотности, который делает возможным полноценную деятельность индивида в социальном окружении (в условиях взаимодействия с социумом [1].

Особенно важна естественнонаучная функциональная грамотность – способность применять знания о природе и научных методах для решения проблем, возникающих в повседневной жизни. Это умение критически оценивать научную информацию, понимать

последствия научно-технического прогресса и принимать обоснованные решения, касающиеся здоровья, окружающей среды и технологий.

Одним из эффективных способов развития естественнонаучной функциональной грамотности является использование расчетных задач на преобразование данных, особенно в контексте физических явлений и законов. Решая такие задачи, мы не просто тренируем математические навыки, а учимся критически мыслить и анализировать информацию, представленную в различных форматах – от графиков зависимости скорости от времени до таблиц удельного сопротивления материалов. Мы извлекаем ключевые физические величины, выявляем закономерности, описываемые физическими законами, строим прогнозы и оцениваем погрешности.

Это позволяет делать обоснованные выводы и применять полученные знания для решения практических проблем, связанных с окружающим миром и технологиями, например, рассчитать траекторию полета снаряда, оценить потери энергии в электрической цепи или смоделировать движение планет в гравитационном поле.

Рассмотрим на примерах преобразование разных способов предъявления информации в физике.

1. *Текстовый способ.* Например, описание колебательного процесса или характеристик волны: Математический маятник совершает гармонические колебания с амплитудой 5 см и периодом 2 секунды.

Преобразование в табличный способ приведём в таблице 1.

Таблица 1 – Преобразование текстовых данных в табличные

Величина	Значение	Единица измерения
Амплитуда (A)	0.05	м
Период (T)	2	с
Частота (ν)	0.5	Гц
Угловая частота (ω)	π	рад/с

2. *Интервальный способ.* Указание диапазона возможных значений для характеристик колебаний или волн, например, погрешности измерения периода: Измерение частоты звуковой волны дало результат (440 ± 2) Гц.

Преобразование в текстовый: Частота звуковой волны находится в интервале от 438 Гц до 442 Гц.

3. *Графический способ.* График зависимости смещения от времени $x(t)$ для гармонических колебаний или график волновой функции для волны $y(x)$ или $y(t)$. График синусоидальной волны, распространяющейся в пространстве.

Преобразование в табличный вид: берем несколько точек с графика (координаты x и y или t и y) и заносим значения в таблицу. Это позволит, например, аппроксимировать волну дискретными значениями.

4. *Табличный способ.* Таблица 2 значений смещения колеблющегося тела в различные моменты времени.

Преобразование в текстовый вид: тело совершает гармонические колебания. Амплитуда колебаний составляет 5 см, а период равен 1 секунде.

5. *Диаграммный способ.* Диаграмма, изображающая распространение волны, например, рисунок с гребнями и впадинами волны или изображение интерференционной картины: Изображение интерференционной картины от двух когерентных источников.

Преобразование в текстовый: Наблюдается интерференционная картина, образованная двумя когерентными источниками. В точках, где разность хода волн равна целому числу длин волн, наблюдается максимум интенсивности (конструктивная

интерференция). В точках, где разность хода волн равна полуцелому числу длин волн, наблюдается минимум интенсивности (деструктивная интерференция).

Таблица 2 – Пример для табличного способа предъявления данных

Время (t , с)	Смещение (x , см)
0	0
0,25	5
0,5	0
0,75	-5
1	0

Приведём примеры таких задач:

1. В таблице 3 представлены значения скорости звука для разных сред при температуре 20°C :

Таблица 3 – Данные для примера задач 1

Среда	Скорость звука, м/с
Воздух	343
Вода	1480
Железо	5120
Гелий	965

- Расположите среды в порядке возрастания скорости звука;
 - Объясните, почему скорость звука в твердых телах обычно выше, чем в жидкостях и газах. Свяжите это с плотностью и упругостью среды;
 - Предположим, что громкий звук взрыва был зарегистрирован микрофоном, расположенным на расстоянии 10 км от места взрыва. На сколько раньше звук дойдет до микрофона по стальному рельсу (предположим, что рельс непрерывный), чем по воздуху?
2. На рисунке 1 представлен график зависимости силы упругости пружины от её деформации.

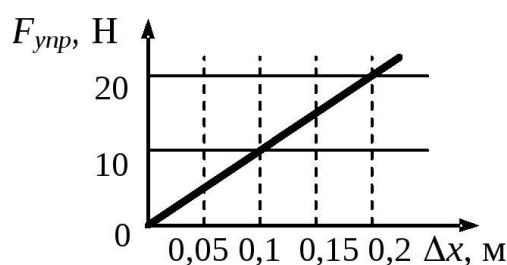


Рисунок 1 – График к примеру задач 2

- определите жесткость пружины;
- рассчитайте потенциальную энергию пружины при деформации 0,1 м;
- предположим, что к пружине подвесили груз массой 0,2 кг. Определите деформацию пружины в состоянии равновесия;

- г) оцените период колебаний груза, подвешенного к этой пружине;
- д) объясните, как изменится жесткость пружины, если её разрезать пополам;
- е) предположим, что к одной пружине последовательно присоединили вторую пружину с такой же жесткостью. Как изменится общая жесткость системы?

Подчеркнем пользу преобразований в «Колебаниях и волнах»:

- определение характеристик: преобразование графиков в уравнения позволяет точно определить амплитуду, период, частоту, длину волны и другие параметры колебаний и волн;
- анализ интерференции и дифракции: диаграммное представление интерференционных картин помогает понять условия образования максимумов и минимумов и рассчитать разность хода волн;
- решение задач: умение преобразовывать информацию позволяет выбирать наиболее подходящий способ представления данных для решения задач на колебания и волны. Например, преобразование табличных данных в график может помочь визуализировать колебательный процесс и определить его характеристики;
- моделирование: создание графических моделей колебаний и волн на основе текстового описания или табличных данных позволяет лучше понять динамику этих процессов.

Таким образом, внедрение и активное использование расчётных задач на преобразование данных в образовательный процесс способствует формированию компетентных и осознанных граждан, способных эффективно использовать естественнонаучные знания для решения проблем, с которыми они сталкиваются в современном мире.

Дальнейшие исследования и методические разработки в этой области, безусловно, будут способствовать повышению качества естественнонаучного образования и развитию функциональной грамотности подрастающего поколения.

Литература

1. Холодная, М. А. Приоритеты современного школьного образования: способность адаптироваться к социуму или интеллектуальное развитие воспитание [Электронный ресурс] / М. А. Холодная // Расширенный текст доклада на IV Всероссийском съезде психологов образования России «Психология и современное российское образование», 8–12 дек. 2008 года, Москва) Режим доступа: metodist.lbz.ru/lections/2/files/3.doc. – Дата доступа : 01.03.2025.

А. А. Ханькова

(МГУ имени А. А. Кулешова, Могилев)

Науч. рук. **В. М. Кротов**, канд. пед. наук, доцент

ЗАДАЧИ-РИСУНКИ ПО ФИЗИКЕ, ИХ ВИДЫ И УРОВНИ СЛОЖНОСТИ

Физика занимает важное место в системе формирования естественнонаучной картины мира школьника. Однако учащиеся проявляют всё меньше интереса к изучению данного предмета, особенно к решению физических задач.

Одной из основных причин снижения интереса школьников к физике является сложность восприятия задачных ситуаций. Многие учащиеся испытывают трудности с интерпретацией условий задач, что препятствует их способности применять физические законы в практических ситуациях. В частности, учащиеся часто не осознают, как теоретические концепции связаны с реальными явлениями, что приводит к снижению мотивации.

Согласно Л. М. Фридману, визуальные средства обучения играют ключевую роль в повышении уровня понимания и усвоения учебного материала. Визуальное мышление тесно связано с восприятием информации через зрительные образы. Зрительный канал восприятия учащимися учебной информации является основным [1]. Введение графических элементов, таких как схемы, диаграммы и рисунки, в задачи по физике способствует более глубокому усвоению физических знаний и формированию целостного представления о физических процессах. В этом контексте особенно важным инструментом являются задачи-рисунки, которые интегрируют визуальные элементы и текстовые условия.

Рисунок в содержании физической задачи может нести различную функциональную нагрузку: поясняет задачу ситуацию и не содержит в себе количественной информации (облегчает анализ задачной ситуации), частично содержит в себе количественную информацию, является основным носителем информации [2].

В некоторых физических задачах графические элементы могут сочетаться, создавая более полное представление о процессе. Такое объединение визуальных представлений помогает учащимся лучше анализировать информацию, выявлять взаимосвязи и развивать критическое мышление, сопоставляя данные из разных источников для формирования обоснованных выводов.

Для эффективной организации учебного процесса с применением задач-рисунков учителю важно определять их сложность. В качестве признаков сложности физических задач можно выделить количество объектов исследования, способ задания условия, способ задания требования [3]. По этим признакам автором выделено пять уровней сложности задач, которые описаны в таблице 1.

Приведем примеры задач-рисунков выделенных уровней их сложности по молекулярной физике.

I уровень. Задача 1. В три одинаковых сосуда налита вода, взятая при температуре 20°C (рисунок 1). В каком из этих сосудов вода нагреется до более высокой температуры, если сосудам передано одинаковое количество теплоты?

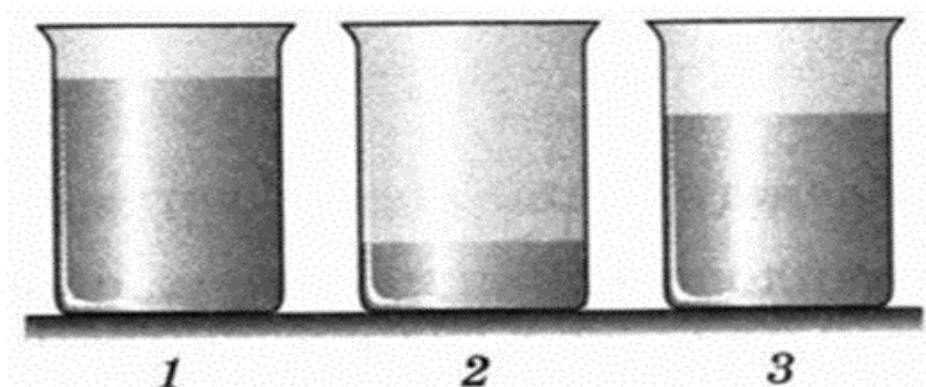


Рисунок 1 – Рисунок к задаче 1

II уровень. Задача 2. В сосуде находится одноатомный газ при температуре T (рисунок 2 (а)). Определите среднюю кинетическую энергию хаотического движения молекул.

III уровень. Задача 3. На рисунке изображена ионная кристаллическая решетка поваренной соли NaCl (рисунок 2 (б)). Определите плотность ρ этого вещества.

IV уровень. Задача 4. В барометрическую трубку (рисунок 3 (а)) попал пузырек воздуха, и вследствие этого высота столба ртути оказалась равной l . Какова плотность этого воздуха, если атмосферное давление 76 см.рт.ст. , а температура 0°C ?

V уровень. Задача 5. В насос набрали воздух при нормальных атмосферном давлении и температуре. Выходное отверстие насоса зажали пальцем и переместили поршень насоса так, как показано на рисунке. Оцените скорость воздуха при открытии отверстия.

Таблица 1 – Уровни сложности задач-рисунков

Уровень	Объекты исследования	Требование задачи	Способ задания условия	Математический аппарат
I	Простые рисунки (без дополнительных деталей)	Выбрать правильный рисунок из предложенных; определить основные элементы	Рисуночный	Не требуется
II	Рисунок с базовыми элементами и подписями	Найти одно значение физической величины по рисунку; сравнить с другими изображениями	Рисуночный с поясняющим текстом	Простой (одна формула)
III	Рисунок с детализацией и параметрами	Определить значения физических величин с использованием дополнительных данных	Рисуночный с поясняющим текстом и дополнительной информацией	Не очень сложный, требует применения не менее двух формул
IV	Комплексные рисунки с разными элементами	Определить значения физических величин с использованием дополнительных данных; провести сравнительный анализ нескольких изображений.	Рисуночный с поясняющим текстом и дополнительной информацией	Сложный, может включать систему уравнений
V	Комплексные рисунки с разными элементами по разным темам и учебным дисциплинам	Определить значения физических величин с использованием дополнительных данных; преобразовать рисунок в другие виды графики; построить модели на основе изображений; найти значения на основе рисунков с неявными данными	Интегрированный	Сложный, требует применения нескольких формул или системы уравнений

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТ-КАРТ В ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

В связи с недостаточно высокой заинтересованностью учащихся в освоении школьного курса физики, многие педагоги сталкиваются с вопросом: каким образом мотивировать школьников к изучению своего предмета и облегчить усвоение значительного объёма информации. Одним из способов решения данного вопроса является применение ментальных карт при изучении такого предмета как физика.

Интеллект-карта – это графическая схема, которая помогает визуально структурировать любую информацию. Их еще называют ментальными картами, картами мыслей и mind map [1].

На современном этапе развития методики преподавания школьного курса физики интеллект-карты являются эффективным инструментом для организации и визуализации информации, особенно в сложных областях науки, таких как физика. В разделе «Кинематика» ментальные карты могут значительно улучшить понимание и запоминание основных понятий и законов движения.

Метод интеллект-карт достаточно хорошо изучен, и его эффективность в обучении доказана исследованиями. Использование метода способствует:

- 1) улучшению понимания: визуальное представление информации облегчает понимание сложных концепций;
- 2) развитию критического мышления: ментальные карты требуют активного участия в организации и структурировании информации;
- 3) укреплению памяти: визуальные образы и ассоциации улучшают запоминание и извлечение информации;
- 4) стимулированию креативности: ментальные карты позволяют исследовать идеи и генерировать новые перспективы;
- 5) повышению мотивации: увлекательный и творческий характер ментальных карт делает процесс обучения более приятным [2].

В частности, в преподавании физики ментальные карты могут быть полезны для:

- визуализации сложных физических концепций;
- демонстрации взаимосвязей между различными темами;
- упрощения решения задач и анализа физических ситуаций;
- развития навыков критического мышления и творческого решения проблем.

Возможность использования диаграмм связей зависит только от задач, которые ставит перед собой и учащимися педагог. Для примера можно обозначить несколько ситуаций, в которых этот метод будет полезен педагогам, тренерам, коучам и методистам.

Следует познакомить учащихся с интеллект-картами и посоветовать применять их для сбора и систематизации информации (например, при подготовке докладов, рефератов, курсовых работ). Также диаграммы связей эффективны как способ ведения конспектов во время лекции и выделения важных тезисов из книг. Интеллект-карты могут помочь при составлении учебного плана: с ними можно удобно структурировать список тем и задач, перечень учебных материалов и вспомогательных инструментов и др. [3–5].

Ментальные карты могут быть мощным инструментом для обучения кинематике, разделу физики, который изучает движение. Рассмотрим несколько способов применения ментальных карт в преподавании кинематики:

1. Можно предложить создать ментальную карту для основных понятий кинематики, таких как перемещение, скорость, ускорение и время. Желательно включить формулы и уравнения, связанные с каждым понятием, что поможет учащимся связать теоретические знания с практическими приложениями.

2. Ментальные карты можно использовать в качестве вспомогательного средства при решении задач по кинематике.

Учащиеся могут набросать ментальную карту, представляющую известную информацию, неизвестные величины и уравнения, которые необходимо использовать. Это поможет им организовать свои мысли и систематически решать задачи.

3. Следует использовать ментальные карты для проведения мозговых штурмов и генерации идей, связанных с кинематикой. Например, можно обратиться к учащимся с просьбой набросать ментальную карту о потенциальных приложениях кинематики в реальной жизни или о различных типах движения, которые они наблюдают в своем окружении. Это стимулирует их критическое мышление и творческий подход к выполнению поставленной задачи.

4. Педагоги также могут использовать ментальные карты для планирования уроков и лекций по кинематике. Можно создать ментальную карту, включающую основные темы, ключевые понятия, примеры и задания, которые они хотят охватить. Это будет способствовать структурированию материала и обеспечит последовательность, повысит увлекательность занятия.

5. Ментальные карты можно использовать и для оценки понимания учащимися понятий кинематики. С этой целью можно предложить учащимся создать ментальную карту, описывающую конкретную тему или концепт. Впоследствии оценить полноту, точность и организацию составленных ментальных карт, чтобы дифференцировать уровень понимания материала [6].

Результаты многочисленных проведенных исследований показали, что использование метода ментальных карт в обучении кинематике приводит к улучшению понимания учащимися основных понятий и принципов кинематики.

Ментальные карты оказались эффективными и в следующих аспектах обучения кинематике:

- организация и структурирование информации;
- визуализация понятий и принципов;
- улучшение памяти и запоминания;
- стимулирование критического мышления и творческого подхода;
- повышение мотивации и вовлеченности учащихся.

Подводя итоги, можно сделать следующие выводы:

1. Ментальные карты являются ценным инструментом для обучения кинематике.
2. Использование ментальных карт способствует более глубокому пониманию основных понятий и принципов кинематики.
3. Ментальные карты могут быть легко интегрированы в существующие методы обучения кинематике.
4. Преподавателям физики и другим специалистам в области образования следует рассмотреть возможность использования ментальных карт в своей педагогической практике.

В завершение можно выделить ряд рекомендаций по использованию в педагогической практике метода интеллект-карт:

1. Преподавателям физики рекомендуется использовать ментальные карты в качестве вспомогательного средства при обучении физике.
2. Интеллект-карты можно использовать на различных этапах обучения, например, при введении новых понятий, решении задач или при подготовке к проверке изученного материала.

3. Учителя могут разрабатывать свои собственные ментальные карты или использовать уже существующие ресурсы.

4. Исследования по применению ментальных карт в обучении кинематике следует продолжать, чтобы определить наиболее эффективные методы их использования и оценить их долгосрочное влияние на успеваемость учащихся.

Литература

1. Интеллект-карта: что это и зачем она вам нужна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mc.today/ne-poteryat-krutye-idei-i-perestat-tratit-vremya-na-erundu-chto-takoe-intellekt-karta-i-zachem-ona-nuzhna/>. – Дата доступа: 16.02.2025.

2. Бьюзен, Тони. Карты памяти: уникальная методика запоминания информации [Текст] / Тони Бьюзен, Джо Годфри Вуд ; [пер. с англ. О. Ю. Пановой]. – М. : «Росмэн», 2007. – 326 с.

3. Иванов, П. П. Использование интеллект-карт в учебном процессе [Текст] / П. П. Иванов // Информатика и образование. – 2012. – № 2.

4. Майер, Е. И. Некоторые методические рекомендации по использованию ментальных карт в образовательном процессе [Электронный ресурс] / Е. И. Майер // Молодой ученый. – 2017. – № 44. – С. 165-167. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/178/46135/>. – Дата доступа: 25.02.2025.

5. Мюллер Х. Составление ментальных карт. Метод генерации и структурирования идей [Текст] / Х. Мюллер. – Москва: Омега-Л, 2007. – 126 с.

6. Сидоров, С. В. Ментальные карты на лекции по педагогике [Электронный ресурс] / С. В. Сидоров // Сайт педагога-исследователя: для студентов педагогических специальностей, преподавателей, школьных администраторов и педагогов-исследователей. – Режим доступа: <http://sv-sidorov.ucoz.com>. – Дата доступа: 17.03.2025.

А. В. Шевелев

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. В. Сидский**, канд. техн. наук, доцент

МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ ОТ DDOS-АТАК В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

DDoS-атака, или атака на отказ в обслуживании, представляет собой одну из самых распространенных угроз для современных информационных систем. Ее суть заключается в создании чрезмерной нагрузки на сервер или сеть, что приводит к сбоям в работе или полной недоступности ресурса для легитимных пользователей. Атакующие используют распределенные сети зараженных устройств, так называемые ботнеты, с которых одновременно отправляют огромное количество запросов. Это приводит к перегрузке канала передачи данных или исчерпанию вычислительных ресурсов сервера. В связи с этим разработка эффективных механизмов защиты от подобных атак является приоритетной задачей для администраторов сетевой инфраструктуры и разработчиков информационных систем [1].

DDoS-атаки могут развиваться поэтапно. Вначале злоумышленники анализируют потенциальную жертву, выявляя уязвимости и возможные способы их эксплуатации. Затем происходит подготовка атаки, которая включает заражение устройств вредоносным программным обеспечением и создание ботнета. После этого осуществляется непосредственная атака – генерация вредоносных запросов, поступающих на сервер

жертвы с множества зараженных устройств. Если атака оказывается недостаточно эффективной, злоумышленники могут скорректировать стратегию, изучить слабые места системы и повторить попытку воздействия.

В зависимости от уровня воздействия в модели OSI различают несколько типов DDoS-атак. На сетевом уровне атака направлена на перегрузку каналов передачи данных. На транспортном уровне злоумышленники используют уязвимости протоколов, что приводит к исчерпанию ресурсов сервера. На уровне приложений атака нацелена на эксплуатацию слабых мест в архитектуре веб-приложений и сервисов. Существует также классификация по способу воздействия, согласно которой выделяют атаки, использующие уязвимости протоколов, атаки, создающие чрезмерный поток запросов, а также атаки, направленные на эксплуатацию архитектурных недостатков программного обеспечения.

Современные механизмы защиты от DDoS-атак можно разделить на несколько категорий. В зависимости от принципа работы они могут быть развернуты локально, размещены в облаке или представлять собой гибридные решения, сочетающие оба подхода. Также различают защиту, ориентированную на фильтрацию пакетов на низких уровнях модели OSI, и защиту, направленную на анализ запросов на уровне приложений. Кроме того, существуют технологии симметричной и асимметричной фильтрации трафика, каждая из которых имеет свои преимущества в зависимости от характера атакующего воздействия.

Одним из ключевых аспектов обеспечения безопасности является выбор решений, которые соответствуют уровню угроз. Для защиты на сетевом уровне применяются механизмы фильтрации пакетов, которые позволяют отсекаать аномальный трафик, не допуская его прохождения к серверу. В случае атак на уровне приложений необходимо использование более сложных алгоритмов, способных анализировать поведение пользователей и отличать легитимные запросы от вредоносных. Наиболее сложные интеллектуальные атаки требуют применения специализированных инструментов, таких как межсетевые экраны для веб-приложений, которые способны выявлять и блокировать даже самые изощренные методы воздействия.

Выбор эффективных способов защиты зависит от специфики информационной системы. Для минимизации рисков необходимо проводить регулярные тестирования на уязвимости, а также анализировать возможные сценарии атак. Разработка архитектуры сервисов с учетом потенциальных угроз позволяет существенно повысить уровень защищенности. Однако даже наличие защитных систем не всегда гарантирует полную безопасность. Одним из важнейших факторов является концепция защищаемости, которая предполагает комплексный подход к защите, начиная с проектирования инфраструктуры и заканчивая постоянным мониторингом угроз и адаптацией защитных механизмов.

Таким образом, борьба с DDoS-атаками требует применения многоуровневых стратегий, включающих анализ трафика, фильтрацию вредоносных запросов и использование интеллектуальных систем обнаружения угроз. Комплексный подход к безопасности требует не только применения технических средств, но и разработки стратегий реагирования на инциденты. Важным элементом защиты является организация системы мониторинга, позволяющей оперативно выявлять атаки, а также создание плана аварийного восстановления, который позволит минимизировать возможные последствия атак и обеспечить стабильную работу информационных систем даже в условиях интенсивного кибервоздействия.

Литература

1. Средства и методы защиты от DDoS-атак [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://stormwall.pro/resources/blog/metody-zashchity-ot-ddos-atak>. – Дата доступа : 28.03.2024.

И. П. Шелудяков

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **А. Н. Годлевская**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В СЕДЬМОМ КЛАССЕ

Физика относится к области естественных наук, так как используемые в ней методы и средства способствуют получению качественных и количественных знаний о природе. Физика – это не только набор формул и теорий, нацеленных на раскрытие тайн окружающего мира. Как отмечено в [1, с. 396], в процессе изучения физики развиваются когнитивные способности и логическое мышление человека.

Для школьников, особенно учащихся седьмого класса, понимание основ физики является необходимым условием для формирования фундамента для последующего изучения не только этой дисциплины, но и учебных предметов, относящихся к другим областям науки. В этом контексте экспериментальные демонстрации имеют ключевое значение, так как при их использовании удается сделать обучение более наглядным, а изучаемые явления и закономерности – более доступными для понимания и усвоения.

Демонстрационный эксперимент служит мостом между теорией и практикой. Наглядность процессов облегчает ученикам усвоение абстрактных концепций, которые, как правило, вызывают трудности при первичном изучении. К сожалению, не всегда в школьном кабинете физики есть оборудование, необходимое для демонстрационных опытов. Эту проблему довольно часто можно решить, используя подручные средства. Например, во время педагогической практики для демонстрации зависимости давления жидкости от высоты ее столба нами были использованы пластиковая бутылка, шило, скотчи поддон для сбора воды, вытекающей из отверстий, расположенных на разном расстоянии от поверхности жидкости, налитой в бутылку. Реальный опыт способствовал не только визуализации устанавливаемой зависимости, но и мотивации учащихся к изучению конкретного физического явления, которое благодаря их личному опыту наблюдения явления стало более доступным для понимания.

Еще более эффективным оказывается проведение опытов с участием обучающихся. Показателен в этом отношении урок по изучению силы трения и ее зависимости от различных факторов. При установлении зависимости от состава пары трения нами было привлечено несколько учащихся (одни измеряли силу трения, другие – записывали в таблицу результаты измерений), затем всем классом произведен анализ результатов и сформулирован вывод. На следующих этапах с участием обучающихся были выполнены опыты по установлению зависимости силы трения от силы давления, наличия смазки, а также от вида трения (трение скольжения или трение качения). Таким образом, в ходе изучения нового материала была решена и задача пропедевтики – обучающиеся были подготовлены к лабораторной работе по изучению силы трения, и на очередном уроке успешно справились с самостоятельным её выполнением.

Активное участие в эксперименте затрагивает различные аспекты обучения: от развития критического мышления до совершенствования исследовательских навыков. На уроках, проводимых с использованием демонстрационного эксперимента, учатся не только наблюдать, но и анализировать результаты, формулировать гипотезы и делать выводы. Кроме того, решаются и задачи социализации и воспитания: приобретается умение работать в парах или малых группах, развивается способность прислушиваться к чужому мнению и уважать его, корректно высказывать свое отношение к сказанному товарищем и др.

Однако, при проведении экспериментальных демонстраций очень важно учитывать тот факт, что каждый ученик воспринимает полученную информацию по-своему. Как правило, выделяют три основных типа людей по восприятию информации: визуалы, аудиалы, кинестетики. Отметим их отличительные особенности, следуя [2].

Визуалы – люди, воспринимающие большую часть информации посредством органов зрения (около 35 % всех людей). Когда такой человек думает, в своем сознании он

рисует картинки; слова также сразу «превращаются» в картинки. Если собеседник выражает свои мысли визуальными терминами, визуалы понимают его и чувствуют себя комфортно. У них великолепная зрительная память: они могут описать вещи, которые когда-то видели, с точностью до деталей, четко запоминают цвета и формы.

Аудиалы – те, кто в основном получает информацию через слуховой канал. Люди, воспринимающие мир преимущественно посредством звуков, составляют около 25 % населения. Аудиалы обращают внимание не столько на то, что им говорят, сколько на то, как говорят: на высоту голоса, тембр, темп, интонацию. Аудиалы часто склонны разговаривать сами с собой или «бурчать себе под нос». Их речь отличается размеренностью, ритмичностью и неторопливостью.

Кинестетики – люди, воспринимающие большую часть информации через ощущения (обоняние, осязание и др.) и с помощью движений. Кинестетики составляют около 40 % населения. Эти люди воспринимают информацию преимущественно посредством прикосновения, эмоций, инстинктивного мышления [2, с. 28].

Учитывать особенности каждого ученика в восприятии информации следует при разработке экспериментальных демонстраций: адаптировать материалы применительно к составу каждого класса, заранее планировать, кому полезнее производить измерения, а кому – анализировать результаты. Однако, работая в школе учителем физики автор настоящей статьи обратил внимание, что ученики, участвующие в экспериментальных демонстрациях, проявляют более высокий интерес к предмету и выказывают чувство удовлетворения процессом обучения. Они начинают видеть физику как захватывающую и многогранную науку, а не воспринимают её как набор правил и формул, которые нужно запомнить или зазубрить.

Успешное проведение экспериментальных демонстраций при изучении физики не только способствует более глубокому пониманию предмета, но и вдохновляет обучающихся, стимулируя интерес к продолжению исследований. Совместные практические занятия реализуются в интерактивной среде, где ребята могут не только приобретать обязательные знания, но и развивать собственные способности, получить первоначальные сведения профессионально ориентирующего характера.

Автор настоящего сообщения на личном опыте убедился в необходимости применения демонстрационных опытов и учебного эксперимента в образовательном процессе по физике и намерен продолжить освоение методики и техники демонстрирования опытов по физике, в том числе и на самодельном оборудовании.

Литература

1. Пулатова, Р. Ш. Методика преподавания физики / Р. Ш. Пулатова // Мировая наука. – 2020. – № 3(36). – С. 396–399.
2. Дмитриева, Е. А. Использование компонентов УМК линии «Сферы» по биологии на основе учета ведущего типа восприятия информации школьниками / Е. А. Дмитриева, О. А. Шагова // Ярославский педагогический вестник. – 2015. – № 4. – С. 27–32.

Я. В. Янушевич

(ГрГУ имени Янки Купалы, Гродно)

Науч. рук. С. Д. Гоголева, канд. физ.-мат. наук, доцент

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ

Согласно Концепции развития образования Республики Беларусь до 2030 года целью развития общего среднего образования является обеспечение доступного и

качественного общего среднего образования для успешной социализации учащихся в динамичных условиях цифрового общества, подготовки к осознанному выбору профессии и продолжению образования на протяжении всей жизни [1].

В работе предлагается в качестве метода подготовки учащихся к осознанному выбору профессии, а также повышения учебной мотивации, использовать подходы практико-ориентированного обучения в школе, начиная с уровня общего базового образования (8–9 классы). Столь раннее погружение в профессию позволит обучающимся сформировать углубленное понимание о сфере деятельности выбираемой профессии по сравнению со стандартными подходами в обучении.

Целью работы являлось – разработать методические материалы практико-ориентированной направленности по учебной дисциплине «Физика».

Разработка методических материалов включала себя следующие этапы:

- 1) определение целевой группы обучающихся;
- 2) выбор тематики методических материалов;
- 3) подготовка и проведение опроса среди обучающихся на предмет планируемого выбора профессии;
- 4) обработка результатов опроса, создание групп обучающихся на основе схожего выбора будущей профессии;
- 5) разработка электронных презентаций по выбранной тематике с разными вариантами подачи материалы для созданных групп.

За целевую группу были выбраны учащиеся 8 класса, для которых будут разработаны методические материалы, соответствующие содержанию 4 четверти («Оптика») [2].

Для учащихся был подготовлен опросник, позволяющий определить склонность к определенным группам профессий. Некоторые из вопросов, входящие в опросник:

1. Какие школьные предметы Вам нравятся больше всего и почему?
2. Нравится ли Вам работать с людьми, помогать людям?
3. Как часто Вы рисуете?
4. Вы предпочитаете изучать точные науки или гуманитарные?
5. Нравится ли Вам наблюдать за природой, например за поведением животных или ростом растений?
6. Следите ли Вы за развитием новых технологий?
7. Любите ли Вы работать с цифрами и таблицами?
8. Посещаете ли Вы кружки или объединения по интересам? Если Ваш ответ утвердительный, то укажите какие?

Результатом проведения опроса стало формирование нескольких групп учащихся с общими предпочтениями в выборе специальности. Самыми многочисленными являлись следующие группы:

- 1 группа: учащиеся, заинтересованные в специальностях, связанных с медициной;
- 2 группа: учащиеся, планирующие связать свою жизнь со сферой информационных технологий;
- 3 группа: учащиеся, планирующие работать в сфере искусств.

Согласно интересам сформированных групп, были разработаны электронные презентации, содержащие информацию о роли, выбранной темы в профессии. Так, например, для первой группы подача учебного материала осуществлялась с описанием применения оптических методов в медицинской диагностике.

Примеры разработанных методических материалов представлены на рисунке 1.

Выводы: в ходе выполнения работы были разработаны практико-ориентированные методические материалы по темам «Оптика и медицина» «Оптика и информационные технологии» для учащихся 8 класса.

Полученные результаты будут использованы автором на уроках по учебной дисциплине «Физика» с дальнейшим мониторингом эффективности.

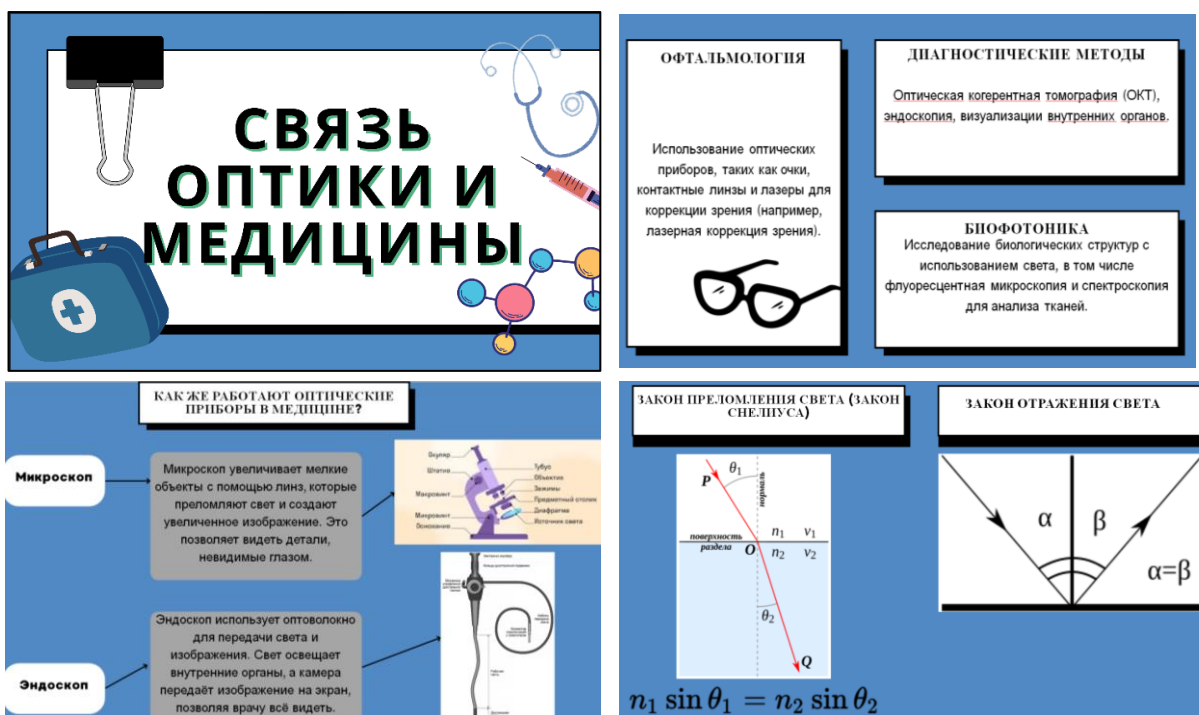


Рисунок 1 – Примеры слайдов презентаций

Планируется разработка данных материалов по всем темам учебной программы и сравнение результатов успеваемости обучающихся с использованием представленной разработки и без нее.

Литература

1. Министерство образования Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://edu.gov.by/>. – Дата доступа : 26.03.2025.
2. Физика: учебник для 8-го класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, с русским языком обучения и воспитания / Л. А. Исаченкова [и др.]; под ред. Л. А. Исаченковой. – 2-е издание, пересмотренное. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2024. – 176 с.

Содержание

Для перехода к тексту материалов перейдите по гиперссылке
на номере страницы

Пленарное заседание

Годлевская А. Н., Самофалов А. Л. Основные этапы истории факультета физики и информационных технологий за 95 лет	6

Секция 1 «Новые материалы и технологии»

CAI MAODONG Решения и исследовательские задачи для технологии реконфигурируемых антенн	24
Авсейкова Ю. В. Исследование приватности с использованием публичных камер....	27
Баевич В. Г. Моделирование воздействия лазерных импульсов различной формы на поверхность металла.....	29
Балаба П. А. От десктопа до смартфона: принципы адаптации сайтов под разные устройства	31
Гарбарук В. Ю. Эффективность очистки воздуха от аэрозоля воды комбинированными фильтрующими элементами на основе полифениленсульфида	34
Гнилякевич Д. Л. Возрождение soft-туризма в Беларуси: роль краудсорсинг платформы в создании аутентичных путешествий	36
Городник Р. С., Аплевич О.С. Разработка информационной системы для анализа рентгеновских снимков через сверточные нейронные сети	38
Грожик Г. В. Преобразование речи в текст с помощью Google Speech to Text API	39
Гузилов В. И. Разработка веб-приложения по продаже компьютерных комплектующих	42
Гутенко Н. Д., Перепечко Е. Ю. Влияние температуры подложки на характеристики наноразмерных пленок алюминия	43
Ешман М. В., Титова Л. К. Разработка сетевого игрового приложения в жанре roguelike с процедурно генерируемым окружением	45
Зеленковский Д. И. Исследование совершенствования конструкции торцовых фрез..	46
Земченко Т. В. Использование Unity для реализации игровых механик игры «Тетрис».	49
Каменская М. К. Разработка подсистемы кадрового учета времени сотрудников на строительном предприятии	52
Каменская М. К. Создание подсистемы автоматизации учета рабочего времени на строительном предприятии.....	52
Качанов А. Ю. Адаптивная верстка и динамические эффекты на CSS.....	53
Кичко Е. В. Спектры ГКР триптофана в электрохимической ячейке при разных значениях потенциала электрода	56
Клезович И. С., Рафалова Е. В. Использование методов мутации Spring Data для построения SQL-запросов	59
Коваленко М. А., Мазур О. О. Электрические свойства композитов полипропилен–полифениленсульфид.....	60
Козликовская В. В. Основные принципы UI/UX при разработке мобильного приложения «For All Into Life»	63
Козлов О. В. Чат-бот пациента учреждения «Гомельская областная детская клиническая больница» с интеллектуальными средствами подбора врача.....	64

Коплынов Д. И., Новик А. И. Магнитный толщиномер диэлектрических стенок (МТДС)	66
Кулинич А. Д. Разработка мобильного приложения для кафе на платформе GLIDE	69
Кучинская Е. М., Помас И. Ю. Оптимизация маршрутов последней мили доставки с использованием геосервиса Anylogistix	70
Лагунович Д. О. Оценка смачиваемости различных типов подложки акриловыми вододисперсионными лаками и меламино-формальдегидной смолой.....	72
Лифанов В. А. Использование UX/UI-дизайна при проектировании приложения для визуализации зон покрытия Wi-Fi точек доступа	74
Лифанов В. А. Проектирование приложения для визуализации зон покрытия Wi-Fi точек доступа	75
Лукьянов И. А. Автоматическая пожарная сигнализация и оповещение о пожаре в административном здании	76
Марковская А. В. Управление плотностью мощности лазерного излучения при микроанализе галлиевых сплавов.....	78
Мельникова Т. А. Анализ уязвимостей в системе умного дома и разработка рекомендаций по их устранению.....	80
Мисюкевич В. И. Система автоматической транскрипции и анализа данных для обнаружения угроз системами мониторинга.....	82
Михальков А. Д. Подключение Firebase и реализация CRUD-операций в мобильной разработке	84
Моисеенко И. Н. Разработка веб-приложения «Финансовый консультант»	85
Нигаметзянова К. Р. Особенности проектирования СКУД и систем видеонаблюдения в современных жилых комплексах	86
Паценко В. В. Влияние искусственного интеллекта на развитие новых материалов и технологий.....	89
Поленок К. А. О средствах оперативного доступа к информации в учреждениях здравоохранения	90
Праслов К. Д., Косов А. А. Применение графена для электроники, существующие сложности технологии и мировое производство	93
Прядко М. О. Влияние параметров процесса на время релаксации при плакировании волочением	95
Ребров Ю. А. Разработка веб-приложения для обмена информацией и сообщениями в режиме реального времени	98
Свирипа К. А. Аналитические соотношения для поля в магнитном стенкомере....	98
Толкачёва А. А. Кастомизация мобильного приложения при помощи Glide	101
Трондина Ю. Д. Определение фазового состава покрытий на основе углерода средствами спектроскопии комбинационного рассеяния.....	103
Филон А. И. Использование искусственного интеллекта для решения игры «Сапёр»	106
Чернокал Д. С. О создании Телеграм-бота для интернет-магазина	108
Шатон Д. А. Применение магнитно-абразивной обработки в машиностроении.....	111
Шевчик В. В. Области применения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве...	113
Щерба У. К. Лазерная атомно-эмиссионная спектроскопия легкоплавких металлов	114

Секция 2 «Моделирование физических процессов»

Березин Г. А., Куранков Д. Д., Невмержицкий С. Н. Решения задачи Кирша в среде GUIDE	118
Васильева А. А. Конечно-элементное моделирование напряженного состояния бедренной кости с установленным интрамедуллярным имплантатом.....	121
Гарашук И. В. Игровое 2D приложение «Наследие битвы» в жанре «файтинг» для двух игроков с использованием игрового движка Unity	123

Головин Е. Д., Шамына А. А. Генерация второй гармоники в поверхностном слое сфероидальной частицы. Модель Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна	125
Гришечкина А. А. Интегральные квазипотенциальные парциальные уравнения для p -состояний, сводящиеся к дифференциальным	129
Гурченко Л. А. Влияние параметров окружающей среды на рассеяние электромагнитных волн биизотропным цилиндром	131
Дубовик В. И., Кулинич А. Д. Общее условие квантования для четных и нечетных волновых функций в случае четного прямоугольного потенциала	135
Евсиевич М. Ю. Свойства крестообразного фильтра как элемента метаматериалов для терагерцовых частот	139
Железко Н. С. Использование Java для решения физических задач	142
Жоглов П. В. Моделирование нитридного выпрямительного диода	144
Загорникова М. С. Использование машинного обучения для анализа физических данных	147
Киргинцева С. В. Влияние угла армирования трубы из композита на её напряженно-деформированное состояние	150
Кулинич А. Д., Дубовик В. И. Решение интегрального уравнения Шрёдингера в координатном представлении в случае прямоугольного потенциала	153
Лещинская Ю. В. Разработка системы распознавания лиц на языке Python	158
Маркевич А. В. Программное обеспечение для интерпретации флуоресцентных изображений гистологических срезов	160
Микулич В. А. Разработка компьютерной игры на движке Unreal Engine 5	162
Мирошниченко А. И. Разработка приложения для вычисления параметров реальных газов на языке Python	164
Михалко И. С., Сомов П. В. Определение эффективных параметров взаимодействия геликазы с молекулой ДНК при раскручивании двойной спирали	167
Новикова О. В. Кривые инверсии эффекта Джоуля-Томсона: заряженная антиде Ситтеровская чёрная дыра и жидкость Дитеричи I	170
Пугачёв М. М. Моделирование изменения видимой звёздной величины кометы C/2024 G3 (ATLAS)	173
Синегрибов Д. В. Нижние границы на массу дополнительного нейтрального Z' -бозона для моделей группы E_6 на Международном линейном коллайдере	177
Скакалин В. А. Реализация клиент-серверного взаимодействия с использованием UDP-сокетов в Linux	180
Тамков А. Д. Параметризация Фейнмана однопетлевой вершинной функции квантовой электродинамики	182
Тамков А. Д. Расчет спинорной части однопетлевой вершинной функции квантовой электродинамики	184
Тозик Л. А., Пилипейко А. С. Коллинеарное аустооптическое взаимодействие в аподизированных метаматериалах	187
Трофимович Д. С., Павленко А. В. Численное решение одномерного уравнения Шрёдингера с потенциалом гауссового типа	190
Федорова А. В., Завалей С. Н., Тарасюк Е. В. Филаментация сингулярного светового пучка в фоторефрактивном кристалле класса симметрии 4 mm	193
Харлан А. Н. Реализация параллельных вычислений в методе молекулярной динамики	196
Ходанович Я. П. О некоторых аспектах разработки аркадных игр	199
Черепко Я. С. Проектирование многомодульной базы данных на основе UML-диаграмм классов	202
Шимуль М. В. Реакция деления тяжёлых ядер	204
Яснюк М. В., Шах А. В. Акустический расчет автомобильного глушителя	206

Novikava V. U. Joule-Thomson expansion: charged anti-de Sitter black hole and Dieterici II fluid	209

Секция 3 «Автоматизация исследований»

Адинцов М. О., Рафалова Е. В. Однопоточная модель OpenGL как ограничивающий фактор производительности	213
Адинцов М. О., Рафалова Е. В. Слияние Activision Blizzard и Microsoft: новый этап в игровой индустрии.....	214
Акунец Д. В. Проектирование архитектуры и интерфейса web-приложения “GGU Helper”	215
Андрусенко К. В. Разработка web-приложения «Банковские транзакции» с интеграцией Github для управления версиями	216
Апанович Э. В. Анализ данных системы безопасности с помощью алгоритмов поиска ассоциативных правил.....	217
Арсеньев Р. И. Информационная система «Памятка спасателю» для работников подразделений МЧС	218
Артюх Д. А. Современные антивирусные средства: автоматизация, интеграция в DevOps	219
Астапов А. Ю. Чат-боты в обслуживании клиентов	220
Бабровник В. В., Рафалова Е. В. Разработка сайта по продаже цветов на базе WordPress.....	221
Барановский Д. А. О создании web-сайта «Кондитерские изделия от FlavorCake»	222
Барзыкин В. А. Возможности и преимущества PostgreSQL	224
Барзыкин В. А. Проектирование приложения для автоматизации сбора данных и обработки статистики о работе точек Wi-Fi.....	225
Бахар М. П. Программные инструменты для кибербезопасности: аудит паролей и анализ пакетов в автоматизации исследований.....	226
Богачёва А. Ю., Кашлей В. Ю. Использование методов и средств для идентификации и мониторинга активности студентов	228
Болсун И. А. Проектирование системы охранной и пожарной сигнализации загородного дома.....	229
Борисов А. Г. Актуальность реализации комплексного пакета программного обеспечения в ОС Linux.....	230
Борисов А. Г. Реализация файлового менеджера в ОС Linux	231
Брацков Т. И. Анализ методов защиты персональных данных в веб-приложениях в соответствии с GDPR	233
Бруенков Д. В. Разработка приложения средствами Python для организации доступа сотрудников путем аутентификации по геометрии лица	235
Бунченко А. В. Актуальность разработки веб-приложения для расчета услуг жилищно-коммунального хозяйства.....	237
Бунченко А. В. Разработка архитектуры веб-приложения для расчета услуг жилищно-коммунального хозяйства.....	238
Быстревский А. А. Реализация клиент-серверного взаимодействия с использованием TCP-сокетов в Linux	239
Васильев С. В., Рафалова Е. В. Обработка ошибок в ASP.NET Core с использованием библиотеки Egorog.....	242
Гагалушко С. В. Программное обеспечение для обучения и анализа схемы разделения секрета Шамира	243
Гапонова К. С. Проектирование базы данных web-сайта «Амелия»	245

Германович А. П., Гришков Т. А., Щеклеина В. П. Автоматизированный стенд испытания дизельных двигателей при отработке динамических циклов WHTC	245
Голец А. А. Программный комплекс автоматизации процесса контроля производства консервов.....	248
Городнянская М. С. Разработка приложения для сканирования и генерации QR-кодов.....	250
Грабцевич О. С. Авторизация пользователей торговой площадки с помощью API Identity в ASP.NET Core.....	253
Грабцевич О. С. Актуальность разработки веб-приложения по управлению торговой площадкой	254
Грамович А. Ю. Разработка обучающей 2D игры.....	255
Гришков Д. В. Инновационный подход к автоматизации освещения гостиничного комплекса на основе платформы TIA Portal.....	256
Гришков Д. В. Разработка проекта автоматизации управления освещением гостиничного комплекса.....	257
Громыко И. Н. Выбор модели жизненного цикла проекта как ключевой фактор успешной разработки на примере web-приложения для планирования задач “My Planner: Task Manager”	258
Громыко Р. Ю. Автоматизация получения и использования метеоданных в реальном времени с использованием ESP-32	259
Гулик Е. С. Автоматическая пожарная сигнализация и оповещение о пожаре на автозаправочных станциях.....	262
Гумар Н. С., Баевич В. Г., Кострома М. О. Нечеткое и нейронечеткое моделирование в MATLAB и Python.....	264
Гумар Н. С., Слука С. В., Баскалов А. В., Туманский Э. С. Автоматизация управления аудиторным фондом как элемент развития информационно-образовательной среды университета	267
Гурченко А. О. Разработка мобильного приложения для шифрования данных	270
Данилецкий Д. Д. Автоматизированные подходы к обеспечению безопасности серверной инфраструктуры в корпоративных сетях.....	272
Дахненко М. С. Разработка приложения для онлайн-бронирования поездов.....	274
Деликатный А. М. Разработка программного обучающего комплекса «Исследование стойкости криптосистемы RSA, шифра RC4, схемы Эль-Гамала»	276
Довидович З. И. Уязвимости языка C	278
Долматов Е. Д. Возможности ChatGPT по формированию политик безопасности доступа к объектам файловой системы.....	281
Дреко Ю. А. Разработка подсистемы обмена данными между модулями информационной системы предприятия.....	283
Дробышевский Д. А. Безопасность, производительность, юзабилити и адаптивный дизайн современных веб-приложений.....	284
Дробышевский Д. А. Разработка представительского сайта ЗАО «РАСТ»	285
Дроздова Е. В. Выбор инструментов для разработки веб-сайта ресторана	286
Дроздова Е. В. Разработка прототипа представительского сайта ООО «Орион Холл»	286
Дударев А. В. Внедрение аутентификации и регистрации в веб-приложение с использованием Spring Security через Google Oauth2.....	287
Дударев А. В. Использование AOP в проектах на Spring	288
Евменцев А. Г. Анализ персон в проектировании мобильных интерфейсов	290
Евменцев А. Г. Методология CJM и её применение в проектировании мобильного приложения.....	290

Журо К. П. Автоматизация процесса изучения английского языка.....	291
Зайко Д. В. Идентификация вредоносных интернет-ресурсов методами машинного обучения.....	294
Здольников А. Р. Разработка приложения для просмотра онлайн матчей и общей информации о футбольных клубах.....	296
Казека В. В. Web-приложение для обработки корзины товаров магазина музыкальных инструментов	298
Каленик А. С. Разработка веб-приложения для управления отзывами в медиаиндустрии	299
Каленик А. С. Технологии чистой архитектуры в разработке веб-приложения для индексации контента медиаиндустрии.....	300
Калиниченко В. А. Telegram-бот для оперативного информирования о перебоях в электроснабжении.....	301
Карлюк А. А. Средства и методы анализа алгоритмов шифрования	303
Кашлей В. Ю., Богачёва А. Ю. Технологии и средства контроля внимания и эмоций аудитории.....	305
Ковалёв А. В. Разработка мобильного приложения для просмотра новостных каналов	307
Коновалов А. П. Использование серверного агента Telegraf для сбора, обработки, передачи метрик и данных	309
Коноразов М. А. Разработка мобильного приложения, осуществляющего запись окружающего звука.....	311
Красочка И. А. Эффективность различных методов водяного знака в контексте ИИ-генерируемого аудио.....	314
Куприянович Н. Д. Автоматизация управления безопасностью облачных хранилищ: современные подходы и инструменты	315
Курьян Н. Н., Стасюкевич В. В., Трусова М. М. Определение качества воды реки Нёман методом биоиндикации	317
Лапчук Д. С. Дополненная, виртуальная и смешанная реальность: обзор технологий будущего	319
Лашкин Д. В. Разработка серверной части интернет-магазина «Компьютеры и комплектующие»	322
Леди Дж. Дж. Система управления рабочими процессами и мониторинга статусов сотрудников в ИТ-кафедре	323
Лукашевич Н. В. Повышение удовлетворенности пользователей при внедрении автоматизации системы учета технической поддержки	325
Лукьянов Р. А. Разработка серверной части интернет-магазина по продаже спортивных товаров с использованием Java.....	327
Лысюк В. В. Разработка веб-приложения «Магазин ритуальных услуг»	328
Лянцевич В. С. Применение алгоритма “Apriori” для поиска ассоциативных правил в медицинских данных.....	329
Малышко А. В., Цыбин Е. А. Алгоритм Полига-Хеллмана для решения задачи дискретного логарифмирования	332
Маркелов А. Д. Разработка функциональности пользовательского интерфейса приложения «Интерактивная доска». Использование графической библиотеки SFML	335
Марковец А. А. Разработка онлайн-магазина для продажи компьютеров и их комплектующих	336
Машук Ю. Н. Мобильное приложение для просмотра RSS ленты новостей	337

Митин И. И. Разработка модуля «Реализация атак на криптографические алгоритмы: Рабина, Виженера и Диффи-Хеллмана» для программного обучающего комплекса	340
Михаленко Н. С. Использование CSRF-токена при разработке web-приложений	343
Михальков А. Д. Плюсы и минусы разработки мобильного приложения на Flutter	344
Невзоров В. В., Рафалова Е. В. Возможности Angular Material для создания адаптивных веб-интерфейсов	345
Ничипорук Р. С. Разработка системы безопасности при подключении по протоколу IPv6 провайдера Белтелеком в условиях города Гродно	346
Новоженцев П. Е. Сравнительный анализ современных подходов к обработке и анализу гетерогенных данных	347
Одиноченко Н. Н. Разработка серверной части интернет-магазина спортивной одежды на PHP	349
Панковец Д. А. Автоматизация методологии OSINT для поиска идентификаторов домена	349
Петрова А. Ю. Автоматизация процессов работы инклюзивного дошкольного учреждения	351
Пронкевич Н. С. Разработка сервиса, предупреждающего о резком падении или росте атмосферного давления, реализованного на платформе HomeAssistant	354
Пудловский А. А. Методы и модели распознавания рукописных кириллических текстов	355
Пыршина Т. В. Разработка серверной части web-приложения «Трекер привычек» на PHP и MySQL	356
Разгонова А. А. Разработка регистров накопления на платформе «1С:Предприятие 8» для организации учёта и анализа данных	357
Разгонова А. А. Разработка управляемых форм на платформе «1С:Предприятие 8»	358
Райковская Н. И. Основные механизмы подсистемы документооборота юридического отдела предприятия	359
Райковская Н. И. Разработка подсистемы документооборота юридического отдела предприятия	360
Рапчинская В. А. Применение журналов NTFS в задачах анализа инцидентов безопасности	360
Рахматулаев А. Р. Анализ систем автоматизированного проектирования для расчета и построения цилиндрических зубчатых колес	362
Саванец И. Д., Кисель Н. П. Разработка телеграм-бота для проверки ссылок на безопасность	365
Савенко Р. Д., Рафалова Е. В. Применение AutoMapper для преобразования данных в web API на базе ASP.NET Core	367
Салей И. М. Использование технологии слежения за объектами в видеопотоке для решения прикладных задач	367
Святченко-Дробышевская В. В. Мобильное приложение «ПДД-АЛИСА» для изучения правил дорожного движения	370
Семененко Д. Н., Рафалова Е. В. Альтернативные программные решения для разработки приложений на C# в Linux системах	373
Семененко Д. Н., Рафалова Е. В. Виртуальные машины и эмуляция: запуск Windows-приложений на Linux	374
Семизаров Д. А. Инструмент автоматизации исследования и внедрения реплицированных схем разделения секретов для обучающих комплексов	375

Ситник В. Ф. Автоматизация исследований в области разведки на основе открытых источников информации (OSINT), как ключевой фактор повышения эффективности и оперативности анализа угроз.....	375
Скрипинский И. А. Средства и методы анализа бинарного кода	378
Стецкий Д. Ч. Автоматизированная система для выявления веб-уязвимостей.....	380
Терещенко Д. Н. Настройка клиентских портов (PortFast + BPDU Guard) на коммутаторах Cisco.....	381
Терещенко Д. Н. Настройка NAT на маршрутизаторах Cisco	382
Тимошенко А. А. Автоматизация моделирования метаповерхностей в ANSYS Electronics Desktop, используя интеграцию скриптов	384
Трофимович Д. С. Обзор достижений в области квантовых вычислений.....	386
Турасов С. С., Рафалова Е. В. Преимущества применения React Native в разработке мобильных приложений	388
Цыбин Е. А., Малышко А. В. Алгоритм индексного исчисления для решения задачи дискретного логарифмирования в конечных полях.....	388
Чичкан А. М., Петровский А. В. Реализация локальной интернет-инфраструктуры в рамках IoT	391
Чорный-Ерофеев Р. А., Выговский В. В. Определение положения объекта в пространстве посредством анализа видеоданных с применением метода глубокого обучения	393
Шарова В. Л. Обзор методов анализа сетевого трафика.....	396
Шварова Д. С. Разработка мобильного приложения для чтения книг.....	398
Шведко А. В. Программные инструменты тестирования на проникновение и их применение	400
Шитик Е. А. Расширение возможностей средств СМАРТ-управления экосистемой офиса	402
Шкарубо В. А. Разработка приложения для записи и обработки данных с использованием распознавания речи.....	403
Шпак Д. А. Автоматизированные системы пожарной сигнализации жилого многоквартирного дома.....	406
Якубова В. А. Разработка программы кадрового учета средствами 1С: 8.3	409

Секция 4 «Методика преподавания физики и информатики. Образовательная робототехника»

Белютин Н. А. Методы и средства геймификации образования в области кибербезопасности.....	412
Буйских Д. А. Об организации разноуровневого обучения физике с применением интерактивных образовательных технологий	414
Вертадь Д. Э. Применение качественных задач на начальном этапе изучения школьного курса физики	416
Горбунов К. В. Использование программного обеспечения Obsidian в образовательном процессе.....	419
Грань К. А. Образовательная робототехника как вспомогательный инструмент в изучении физики.....	420
Дубовская В. А. Инновационные подходы в обучении физике: эффективность применения платформы WordWall.....	421
Индерсон И. О. Система учебного эксперимента при изучении законов постоянного тока в 8 классе	424

Машнин А. С. Способы интеграции искусственного интеллекта в образовательный процесс	427
Мойсейчик М. И. Физика на белорусском	429
Русецкая Д. И. Использование образовательной инфографики на уроках физики....	431
Русецкая Д. И. Управление процессами саморазвития студентов при изучении электродинамики	432
Сазонов А. С. Технические средства, направленные на приобретение базовых профессиональных и специализированных компетенций студентами специальности «Электронные системы безопасности»	433
Смоликова А. Н. Применение расчётных задач на преобразование данных для развития естественно-научной функциональной грамотности учащихся.....	435
Ханькова А. А. Задачи-рисунки по физике, их виды и уровни сложности	438
Чепелюкова А. В. Применение интеллект-карт в изучении физики.....	442
Шевелев А. В. Механизмы защиты от DDoS-атак в современных информационных системах	444
Шелудяков И. П. Значение экспериментальных демонстраций при изучении физики в седьмом классе	446
Янушевич Я. В. Использование практико-ориентированного обучения на уроках физики как способ повышения учебной мотивации.....	447

Научное электронное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ТЕХНИКИ

XIV Республиканская научная конференция
студентов, магистрантов и аспирантов,
посвященная 95-летию
Гомельского государственного университета
имени Франциска Скорины

(Гомель, 24 апреля 2025 года)

Сборник материалов

Подписано к использованию 02.10.2025.

Объем издания 14,7 МБ.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:
издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.
Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

<http://conference.gsu.by>