

Теорема 2. Пусть $q > 0$, функция $f(x)$ определена в точках $0, \{aq^k\}_{k=0}^{\infty}$ и ограничена на $[0, a]$, а $g(x) \in QV(a)$. Тогда справедлива следующая оценка:

$$\left| \int_0^a f(x) d_q g(x) \right| \leq MV,$$

где $M = \max_{x \in [0, a]} |f(x)|$, $V = QV^a g(x)$.

Теорема 3. Пусть $q > 0$, функции $f(x)$ и $f_n(x)$ определены в точках $0, \{aq^k\}_{k=0}^{\infty} \forall n$, $f_n(x) \Rightarrow f(x) (n \rightarrow \infty)$, а $g(x) \in QV(a)$. Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^a f_n(x) d_q g(x) = \int_0^a f(x) d_q g(x),$$

если $QV^a g(x) \neq 0$ и интегралы существуют $\forall n$.

Теорема 4. Пусть $q > 0$, функции $f(x)$, $g(x)$ и $g_n(x)$ определены в точках $0, \{aq^k\}_{k=0}^{\infty} \forall n$, $g_n(x) \Rightarrow g(x) (n \rightarrow \infty)$, а $f(x)$ такова, что ряд $\sum_{k=0}^{\infty} |f(aq^k)|$ сходится и его сумма не равна нулю. Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^a f(x) d_q g_n(x) = \int_0^a f(x) d_q g(x),$$

если интегралы существуют $\forall n$.

Литература

- 1 Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 т. / Г. М. Фихтенгольц ; под. ред. А. А. Флоринского. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – Т. 3. – 728 с.
- 2 Фещенко, Н. Ю. Квантовый интеграл Стилтеса / Н. Ю. Фещенко, // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях : материалы XXVIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов, Гомель, 17–19 марта 2025г. : сб. тез. : в 2 ч. / ГГУ им. Ф. Скорины ; редкол.: С. П. Жогаль (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2025. – Ч. 1 – С. 11–12.

А. И. Филон

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

РАЗРАБОТКА ИГРЫ «MOVE_ON_4» С ОДИНОЧНЫМ И СЕТЕВЫМ РЕЖИМАМИ

В докладе рассказывается о реализации компьютерной игры «Move_on_4» с использованием современных информационных технологий. В проекте реализованы два основных режима: одиночная игра против компьютера и многопользовательская игра по сети. Игра

представляет собой логическую стратегию на игровом поле 8×8, где участники перемещают фишки по правилам, аналогичным ходу короля в шахматах, стремясь выстроить непрерывную линию из четырёх фишек.

Разработка велась с использованием языка программирования Python и библиотеки Pygame для графического интерфейса [1–3]. Одиночный режим позволяет пользователю соревноваться с простым искусственным интеллектом (ИИ), что удобно для тренировки и знакомства с механикой игры. В сетевом режиме реализована клиент-серверная архитектура на базе TCP-протокола с использованием библиотеки socket. Один из игроков создаёт сервер, другой подключается по IP-адресу, после чего начинается синхронизированная пошаговая игра.

Особенностью реализации стало добавление таймера, ограничивающего время хода до 15 секунд. В случае его истечения в одиночном режиме управление переходит к боту. Это решение придаёт игре динамичность и удерживает внимание игрока. Программа также предусматривает удобное стартовое меню с выбором режима.

Игра ориентирована на широкую аудиторию и может быть собрана в исполняемый .exe-файл, не требующий установки дополнительных библиотек, что упрощает распространение. Представленный проект демонстрирует практическое применение технологий разработки игр и может быть основой для дальнейшего совершенствования.

Литература

- 1 Тим, Я. PyInstaller. Использование PyInstaller для создания исполняемых файлов на Python / Я. Тим. – М. : Издательство Хабр, 2021. – 128 с.
- 2 Шоу, З. Научитесь программировать на Python / З. Шоу. – СПб. : Питер, 2021. – 432 с.
- 3 Свигарт, Э. Програмируем игры на Python / Э. Свигарт. – М. : ДМК Пресс, 2019. – 384 с.

Я. П. Ходанович

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

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СЕРДЕЧНОГО РИТМА НА ОСНОВЕ МОДУЛЯ ЭКГ AD8232 И МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32

В современном мире наблюдается рост числа сердечно-сосудистых заболеваний, что обуславливает необходимость разработки доступных и эффективных систем мониторинга сердечной активности. Одним из перспективных решений является использование компактных микроконтроллеров и биомедицинских сенсоров, позволяющих в реальном времени отслеживать ЭКГ-сигнал. Для реализации такой системы был выбран модуль ЭКГ AD8232 в связке с микроконтроллером ESP32, обладающим широкими коммуникационными возможностями.

Несмотря на наличие готовых коммерческих медицинских устройств, они зачастую имеют высокую стоимость, закрытые программные платформы и ограниченные возможности кастомизации. В связи с этим актуальной задачей является создание открытой, недорогой системы мониторинга, ориентированной на учебное и исследовательское применение, а также на развитие навыков в области Интернета вещей (IoT) и биомедицинской электроники.

Основной проблемой является обеспечение стабильной регистрации ЭКГ-сигнала с минимальными помехами и передача данных на внешнее устройство для визуализации и анализа. Это требует настройки усиления сигнала, фильтрации шумов, а также эффективной обработки данных на микроконтроллере. Дополнительную сложность представляет калибровка датчиков и обеспечение корректного наложения электродов для получения точного сигнала.

Важным преимуществом ESP32 является наличие встроенного Wi-Fi и Bluetooth-модуля, что позволяет реализовать беспроводную передачу данных на смартфон, компьютер или облачный сервис. Это открывает перспективы для удалённого мониторинга состояния пациента, сбора статистики и анализа данных с использованием машинного обучения.