

*физическими величинами* – определить: а) скорость движения кондуктора, идущего по салону движущегося равномерно автобуса, относительно наблюдателя, стоящего на остановке; б) скорость, с которой удаляются друг от друга (сближаются) два самолета (два автомобиля), направления движения которых перпендикулярны друг другу; в) направление силы, с которой действуют попарно, а также все вместе герои известной басни И. А. Крылова «Лебедь, Щука и Рак»; г) графически найти силу, которую дополнительно к заданным силам нужно приложить к телу, чтобы оно оставалось в покое и т. п. Следует при этом варьировать способ формулировки задач: предлагать задания текстовые, графические, представленные аналитическими выражениями и их комбинированные варианты. Тем самым реализуется и задача подготовки учащихся к изучению кинематического и динамического способов описания движения. Автором настоящего сообщения разработаны планы-конспекты урока «Диагностика знаний по теме „Механическое движение“» и пяти уроков, на которых будет изучен материал о векторах и действиях над векторами, – в соответствии с действующей программой по физике и с учетом рекомендаций [2] и предложенных выше изменений.

### Литература

1 Исаченкова, Л. А. Физика : учебное пособие для 9 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич; под ред. А. А. Сокольского. – Минск : Народная асвета, 2019. – 207 с.

2 Горовая, Н. Ф. Физика. 7–9 классы. Примерное календарно-тематическое планирование. 2020/2021 учебный год / Н. Ф. Горовая, В. В. Дорофейчик, Д. В. Жвалевская, Е. В. Захаревич, Л. А. Исаченкова. – Минск : Аверсэв, 2020. – 80 с.

***М. В. Ритарева***

*Науч. рук. В. В. Андреев,*

*д-р физ.-мат. наук, профессор*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

На сегодняшний день исследования в области физики элементарных частиц носят весьма актуальный характер. Например, исследования взаимодействия пучков частиц с веществом, изучение ядерных реакций имеют отношение к решению многих важных задач строения материи, решению проблем энергетики.

Физика элементарных частиц может быть исследована при помощи экспериментов на ускорителях. Но в настоящее время ускорители уже не могут дать необходимой энергии для новых открытий, а строительство новых ускорителей требует огромных денежных и временных затрат. С этой целью и создаются различные программные продукты для моделирования процессов взаимодействия элементарных частиц. С их помощью можно поставить эксперимент любой сложности, при этом не надо тратить больших средств на его создание.

Наиболее удобным, по моему мнению, является пакет программ GEANT4, разработанный в CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire). Этот пакет Geant4 удобен и относительно прост в использовании и поэтому он часто используется при моделировании процессов взаимодействия элементарных частиц с веществом.

Для изучения повышенного выхода мягких фотонов, в ЛФВЭ (Лаборатория физики высоких энергий) ОИЯИ (Объединенный институт ядерных исследований)

предложена большая физическая программа, для выполнения которой необходимо изготовить специальный электромагнитный калориметр с низким порогом регистрации. В качестве сцинтиллятора выбраны и приобретены кристаллы гадолиний-галиевые гранаты (ГаГГ) [1, с. 5].

Целью работы является разработка на базе пакета GEANT4 модели электромагнитного калориметра методом Монте-Карло типа «шашлык» с заменой кристалла ГаГГ на LYSO с такой же конфигурации калориметра для изучения прохождения мягких фотонов через вещество калориметра и последующей регистрацией их энерговыделения. Это позволит нам сравнить результаты использования двух кристаллов в качестве сцинтилляторов [1, с. 6].

## Литература

1 Исследование мягких фотонов в адронных и ядерных взаимодействиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://interest.jinr.ru/uploads/report\\_files/report\\_student\\_53\\_project\\_78.docx](http://interest.jinr.ru/uploads/report_files/report_student_53_project_78.docx) . – Дата доступа : 10.12.2020.

*К. Д. Хузеев*

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

## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЙ

В настоящее время существенно повышаются требования к средствам и методам измерений и организации их метрологической оценки. Одним из основных параметров, которые необходимо контролировать при работе различного рода устройств, машин и механизмов, является температура. Теплотехнические измерения служат для нахождения значений многих физических величин, связанных с процессами выработки и потребления тепловой энергии: температуры, относительной влажности, тепловой энергии, давления, расхода, количества, уровня и состава веществ. Поэтому знание средств и методов измерения температуры, а также причин возникновения погрешностей и способов их устранения или уменьшения является актуальным для будущих инженеров-физиков. Наряду с температурными измерениями все большую актуальность в последнее время находят теплофизические методы контроля веществ, материалов и изделий.

Целью нашей работы является изучение и анализ существующих принципов и методов измерения температуры, разработка и изготовление учебного лабораторного стенда по измерению температуры с помощью терморезисторов и исследованию характеристик термометров сопротивления.

В состав лабораторного стенда входят измерительный мост; исследуемые термосопротивления; блок питания; нагревательный элемент; цифровой термометр; вентилятор, предназначенный для охлаждения термосопротивлений; индикаторные лампы; плавкие предохранители; контактные группы и гнезда.

Конструктивно лабораторный стенд выполнен в виде переносного прибора в металлическом корпусе, на передней панели которого расположены измерительные приборы и другие необходимые устройства и элементы.

На лицевой панели стенда расположены микроамперметр (0–100 мА), предназначенный для регистрации силы электрического тока, протекающего через диагональ измерительного моста; цифровой термометр, предназначенный для измерения