

профиля. Калибровка дозаторов производится с целью подтверждения достоверности показания прибора и повышения надежности проведения процедуры дозирования при эксплуатации устройства.

В соответствии с требованиями СТБ ИСО/МЭК 17025-2007, нами разработана методика калибровки дозаторов, диспенсеров для измерения объема жидкости с пределами дозирования от 0,001 до 100 мл. В соответствии с заявкой заказчика, калибровка может быть проведена как во всем, так и в ограниченном диапазоне дозирования, или в отдельных точках диапазона, в которых производится дозирование непосредственно при эксплуатации дозатора.

Калибровка осуществляется весовым методом посредством использования в качестве образцов дозированной дистиллированной воды при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Процедуру взвешивания дозы повторяют 20 раз в каждой из калибруемых точек диапазона дозирования. В каждой из калибруемых точек рассчитывается относительное отклонение среднего арифметического значения фактического объема дозы от номинального значения и оценивается величина расширенной неопределенности измерений.

В настоящее время нами ведутся работы по расчету неопределенностей измерений и оформлению методики калибровки. Рекомендуемая периодичность калибровки дозаторов составляет 12 месяцев. Разработанная нами методика калибровки дозаторов пипеточных удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к данным техническим документам, и позволяет осуществлять метрологическую оценку (калибровку) данных средств измерений в целях выполнения требований Закона «Об обеспечении единства измерений».

А. А. Петегерич

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

НАЧАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯМ С ВЕКТОРАМИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ДЕВЯТОМ КЛАССЕ

При описании многих физических явлений в курсе физики используются векторные величины. При теоретическом описании явлений и решении практических задач учащимся необходимо знать свойства векторов, уметь выполнять операции с ними. К сожалению, изучение этого раздела исключено из курса математики. Изучение понятия о векторных величинах и правил выполнения действий над ними (сложение, вычитание векторов, умножение вектора на число, проецирование вектора на ось) включено в программу по физике для девятого класса. В учебном пособии [1] указанные сведения содержатся в разделе «Основы кинематики». При этом в § 2 (до введения понятия о векторах) для иллюстрации относительности движения на рисунках 6 и 7 используются обозначения *вектора скорости*, а на рисунках 10, 11 как векторы – с указанием начала отсчета и направления – изображены оси системы координат. По нашему мнению, чтобы избежать нарушения целостности восприятия кинематического описания движения, целесообразно изменить последовательность изучения этих тем, рекомендованную в примерном календарно-тематическом планировании на 2020/2021 учебный год [2], и организовать изучение материала, изложенного в [1] в §§ 3, 4, до изучения вопроса об относительности движения и введения понятия о системе отсчета.

При этом на рекомендованных в [2] двух уроках изучения нового материала и трех уроках решения задач следует предложить учащимся задания, в которых требуется выполнять действия не с абстрактными математическими векторами, а с векторными

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)