

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЕТЕНЦИИ КАК ФАКТОР КАЧЕСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ КУРСА ФИЗИКИ В ВУЗЕ

Гусев А.Ф. – доцент, к. т. н., доцент кафедры прикладной физики, ТвГТУ, Тверь, GusevAF@mail.ru

Измайлов В.В. – профессор, д. т. н., профессор кафедры прикладной физики, ТвГТУ, Тверь, izmailov.vladimir@yandex.ru

Новоселова М.В. – доцент, к. т. н., доцент кафедры прикладной физики, ТвГТУ, Тверь, novoselova.tgtu@yandex.ru

© Гусев А.Ф., Измайлов В.В.,
Новоселова М.В., 2026

Аннотация. Рассмотрены проблемы, возникающие у студентов при решении физических задач из-за недостаточно сформированной базы математических компетенций, а именно отсутствия опыта использования правил работы с векторами применительно к векторным физическим величинам. На примерах показано, что сформированная математическая компетенция является фундаментом для правильного использования многих физических законов. Отмечено, что приобретенное умение работать с векторными физическими механическими величинами является залогом для успешного решения задач по расчету векторных характеристик электростатического и магнитного полей.

Ключевые слова: физика, векторная величина, математическая компетенция, качество образования.

MATHEMATICAL COMPETENCES AS A FACTOR IN THE QUALITY OF LEARNING A PHYSICS COURSE AT A UNIVERSITY

Gusev A.F. – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Physics, TvSTU, Tver, GusevAF@mail.ru

Izmailov V.V. – Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Applied Physics, TvSTU, Tver, izmailov.vladimir@yandex.ru

Novoselova M.V. – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Physics, TvSTU, Tver, Novoselova.tgtu@yandex.ru

Abstract. This article examines the challenges students face when solving physics problems due to an insufficiently developed foundation of mathematical competencies, specifically, a lack of experience using vector-based rules for

vector physical quantities. Examples demonstrate that developed mathematical competence is the foundation for the correct application of many physical laws. It is noted that acquired skill in working with vector physical and mechanical quantities is key to successfully solving problems involving calculating the vector characteristics of electrostatic and magnetic fields.

Keywords: physics, vector quantity, mathematical competence, quality of education.

При решении задач по физике у студентов возникает ряд трудностей, связанных с тем, что у них недостаточно сформированы математические компетенции. Очевидно, что математическая компетентность играет важную роль при решении физических задач [1, 2]. Последнее требует свободного владения математическим аппаратом, так как успешность решения в значительной степени зависит от сформированной математической базы знаний и приобретенных в ходе школьного обучения умений и навыков.

Во многих разделах физики используются векторные величины: перемещение $\vec{r}$, скорость $\vec{v}$, ускорение $\vec{a}$, сила $\vec{F}$, импульс $\vec{p}$, напряженность $\vec{E}$, магнитная индукция $\vec{B}$ и прочие; часто применяются уравнения, записанные в векторной форме. У многих студентов при использовании векторных величин и соответствующих уравнений возникают сложности из-за того, что векторы имеют не только количественную величину (модуль), но и направление, что отличает их от скалярных величин. Операции над векторами выполняются по правилам векторной алгебры, поэтому при изучении физики студенту необходимо знать свойства векторов, четко различать понятия вектора, модуля вектора, проекции вектора на координатную ось, а также уметь производить действия с векторами. Рабочая программа по учебной дисциплине «Физика» подразумевает, что студенты, начинающие обучение на первом курсе, уже обладают необходимыми в этой области знаниями, сформированными в школе при изучении как геометрии и математики, так и физики. Понятие о векторах, которое дается в школьном курсе геометрии, позволяет логически последовательным образом изучить все операции над ними: сложение, вычитание, умножение на число и т.д. Кроме того, векторные величины занимают большое место в школьном курсе физики.

Тем не менее практика показывает, что при решении физических задач с векторными величинами студенты могут допускать целый ряд ошибок. Проблема эта не новая, с ней сталкивается практически каждый преподаватель физики уже в самом начале курса при обучении студентов методам решения задач кинематики.

Обычно наибольшую сложность для студентов представляет метод проекций (координатный метод), используемый для решения уравнений

механики, представленных в векторной форме. Крайне важно на этом этапе обучения последовательно и систематически обращать внимание студентов на недопустимость формального подхода к написанию и преобразованию формул физики и, в частности, на то, что недопустимо произвольно убирать «стрелки» в векторном уравнении, равно как и произвольно ставить их в скалярном уравнении. Необходимо приучить студентов к тому, что в уравнения в векторной форме нельзя подставить числовые значения величин. Для произведения расчетов надо предварительно перейти от векторной формы записи уравнений к скалярной, заменив векторы их проекциями на оси, затем найти алгебраические значения проекций на выбранные оси, записать уравнение через модули и решить полученную систему уравнений относительно искомой величины. Числовые значения физических величин следует подставлять именно в уравнение, записанное в скалярном виде, так как в условиях задач обычно даются именно значения модулей векторов (при этом, как правило, опускают упоминание «модуль вектора»), а не значения проекций с учетом знаков.

Часто при решении физических задач с векторами разумнее использовать метод графического построения, показывая на чертеже векторные величины в виде направленных отрезков прямой, изображенных в выбранном масштабе и направленных соответственно условиям задачи. Графическое представление делает решение более наглядным, во многих случаях позволяет значительно упростить математические расчеты и обычно является более понятным для студентов.

Проведенный мониторинг выполнения заданий на практических занятиях по физике, результаты которого приведены ниже, показал, что у значительной части студентов возникают трудности из-за проблем с пониманием понятия вектора, графического представления векторов, а также трудности при выполнении даже простейших математических операций над ними. В ходе анализа были учтены результаты, полученные в четырех группах студентов машиностроительного факультета, обучающихся в первом семестре в рамках изучения разделов «Кинематика» и «Динамика» дисциплины «Физика».

Рассмотрим две операции с векторами, вызывающие затруднения у студентов первого курса при изучении физики: разложение вектора на составляющие и графическое сложение векторов.

В первом семестре изучения курса физики как минимум в трех темах (половине) практических занятий требуются знания работы с векторами.

1. Кинематика. При решении, к примеру, задачи «Движение тела, брошенного под углом к горизонту» на рисунке на траектории движения тела необходимо изобразить две взаимно перпендикулярные составляющие вектора скорости (горизонтальную и вертикальную), две взаимно перпендикулярные составляющие вектора ускорения (касательную и

нормальную) и только потом на основе рисунка найти необходимые величины, используя геометрические соотношения.

По результатам практики на эту тему возвращены работы 78 % студентов для внесения необходимых изображений вектора скорости, вектора ускорения и их проекций в заданный момент времени. Следует отметить, что при этом у 93 % из них наблюдалось арифметически верное решение задачи.

2. *Динамика материальной точки.* Классическими задачами в этом разделе являются задачи на применение основного уравнения динамики (второго закона Ньютона в нерелятивистском варианте) $m\vec{a} = \vec{F}$ (произведение массы материальной точки m на ее ускорение a равно действующей на точку силе). Как правило, рассматриваются движения точки под действием нескольких внешних сил $\vec{F}_i$ (силы тяжести, силы внешнего трения, силы сопротивления среды и т.п.). В этом случае используется понятие равнодействующей силы $\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$. Из самого определения равнодействующей силы ясно, что ее нахождение связано с операцией сложения сил. Так как сила – это величина векторная, необходимо пользоваться сложением по векторным правилам, а не обычным арифметическим. Кроме того, для сложения сил можно найти их проекции на оси системы координат, сложить эти проекции, а потом по проекциям найти результирующую силу.

Согласно определению проекции, алгебраическое значение проекции вектора на ось находят как произведение модуля вектора на косинус угла, который этот вектор составляет с положительным направлением оси координат. Однако при решении физических задач проще и нагляднее находить проекцию вектора на данное направление как абсолютную величину составляющей вдоль данного направления, взятую со знаком «плюс», если данное направление и направление составляющей совпадают, и со знаком «минус», если эти направления противоположны.

По результатам данной практики 51 % студентов не справились с изображениями проекций векторов сил, действующих на тела, многие ошиблись в знаке составляющей некоторой силы.

3. *Динамика. Закон сохранения импульса.* Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается неизменной:

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \text{const}.$$

Графически векторы можно складывать по правилу параллелограмма или по правилу треугольника, в зависимости от того, какой способ для данной задачи удобнее, причем для расчета модуля суммы проще всего применять теорему косинусов.

По результатам практики на эту тему 48 % студентов не изобразили диаграмму сложения векторов импульсов. При этом у 71 % из них численное решение было верное.

В заключение можно выделить ряд причин, обуславливающих, на наш взгляд, неумение учащихся оперировать векторными величинами и наличие значительного количества ошибок:

1. Трудности в переносе математических знаний в область физики, сложности применения абстрактных понятий чистой математики к конкретным физическим объектам (в частности, к векторным физическим величинам). Способом преодоления данного препятствия является укрепление взаимно полезных межпредметных связей. Решение физических задач способствует закреплению математических знаний, их углублению, а также развитию у учащихся навыков использования математического аппарата, формированию математической компетентности.

2. Малое количество учебного времени, отведенного в базовом курсе школьной физики на решение задач с векторными величинами. Состояние дел во многом задается методикой преподавания, когда для простоты и быстроты в школе решаются в основном задачи с коллинеарными векторами.

3. Общая тенденция, сложившаяся в современной системе образования в связи с «цифровой революцией». Современные студенты вполне естественно ориентированы на возможности, предоставляемые информационными технологиями. Они неохотно читают традиционные учебники и не склонны тратить время на скрупулезное освоение и запоминание общих правил и алгоритмов решения, предпочитая получать решение для конкретной задачи в интернете в виде готового контента, причем зачастую недостаточно качественного. Следует отметить, что широко используемые учебники по курсу общей физики авторов И.В. Савельева и Д.В. Сивухина отдельной главой содержат необходимые сведения из математики, в том числе и элементы векторной алгебры.

Крайне важно научить студентов правильному оперированию векторными величинами в самом начале курса физики при изучении понятий «перемещение», «скорость» и «ускорение» и закрепить приобретенные навыки в разделе динамики при изучении сил. Это в дальнейшем послужит основой для безошибочных действий при решении задач, связанных с расчетом векторных характеристик электрических и магнитных полей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ларионова Г.А. Особенности мониторинга компетенций у студентов вуза в курсах физики и математики // Вестник Омского университета. 2013. № 2 (68). С. 195–198.

2. Гончар И.И., Чушнякова М.В., Крохин С.Н. Обоснованность последовательности преподавания общенаучных дисциплин в техническом вузе // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2019. № 2 (30). С. 5–10.

УДК 378.147:37.091.3

КРИТЕРИИ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ МОТИВАЦИОННОГО КОМПОНЕНТА В РАБОТЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Данилова А.С. – к. э. н., доцент, декан факультета «Очное обучение», КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, danilova_as@krsk.irkups.ru

© Данилова А.С., 2026

Аннотация. В статье рассмотрена актуальная проблема оценки качества педагогической деятельности в технических вузах через призму ее мотивационного воздействия на студентов. Цель исследования – разработать и теоретически обосновать систему критериев и инструментов для оценки способности преподавателя формировать и поддерживать профессиональную мотивацию обучающихся. Методологическую основу составил анализ научных публикаций по оценке педагогической деятельности, теориям мотивации и специфике инженерного образования. Результатом работы является структурированная система критериев (содержательно-процессуальный, рефлексивно-оценочный, личностно-профессиональный) и соответствующий инструментарий (модифицированные опросники, карты наблюдения, анализ образовательных продуктов), адаптированный для применения в условиях отраслевых технических вузов. Практическая значимость исследования заключается в возможности интеграции предлагаемого подхода во внутреннюю систему оценки качества образования и системы аттестации педагогических работников.

Ключевые слова: мотивационный компонент, оценка педагогической деятельности, преподаватель технического вуза, критерии оценки, инструменты оценки, профессиональная мотивация студентов, качество образования.