

DOI: 10.5862/JHSS/
УДК 316.334.61

Опыт интеграции курсов физики и математики в Высшей школе техносферной безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Леонова Наталья Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент
Бортковская Мария Романовна, кандидат физико-математических наук, доцент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Аннотация. *С учетом результатов педагогического мониторинга, проведенного в Институте военнотехнического образования и безопасности (ныне - Высшая школа техносферной безопасности) СПбПУ Петра Великого, проделана работа по сопряжению дисциплин естественнонаучного цикла. Предложены способы оптимизации содержания дисциплин в рамках направления подготовки «Техносферная безопасность», исключено дублирование учебной информации естественнонаучного цикла, а также проведено согласование по времени изучения курсов, в содержание практических занятий включены примеры и упражнения, непосредственно связанные с профессиональной подготовкой студентов. Сформированы взаимосвязанные по содержанию курсы учебных дисциплин «Высшая математика» и «Физика». Подготовлен учебно-методический комплекс «Математические понятия в примерах и задачах по физике».*

Ключевые слова: *профессиональное образование, интеграция дисциплин, математическое образование, физическое приложение.*

Основные трудности, возникающие перед студентами младших курсов технических специальностей связаны с изучением дисциплин естественнонаучного цикла: физика, математика. Математический аппарат необходим физике как язык для описания физических процессов и явлений, как один из методов физического исследования. Практика обучения студентов показывает, что первокурсники, прежде всего, испытывают трудности в применении математических понятий и теорем к решению конкретных и наглядно сформулированных физических задач. Математический материал, который нужно использовать, как правило, усвоен ещё недостаточно глубоко, и у студентов (по их собственному признанию) возникает ощущение, что есть «математика для математики» и «математика для физики».

В основе проблемы лежит «конфликт» между физикой и математикой. Эта проблема общеизвестная. Существуют различные подходы к её решению. Рассмотрим подробнее содержания и планы прохождения курсов физики и высшей математики на примере высшей школы техносферной безопасности Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

Дисциплины «Высшая математика» и «Физика» начинают изучаться одновременно с первого семестра первого курса. Однако последовательность изложения содержания высшей математики не соответствует использованию математического аппарата при изучении физики. Уже на первом занятии по физике, посвященном разделу «Кинематика», основные понятия вводятся с использованием дифференциального и интегрального исчисления. С ними студенты знакомятся на занятиях по математике значительно позже. Для решения данного противоречия преподаватели физики вынуждены объяснять данные вопросы на своих занятиях, а преподаватели математики подробно расскажут о методах дифференциального исчисления позже (во втором семестре). Происходит дублирование учебного материала, и это происходит в условиях сокращения времени, отведенного на изучение дисциплин естественнонаучного цикла. Каждый преподаватель физики может привести множество подобных примеров расхождения интересов физики и возможностей математики. Следовательно, у студентов младших курсов объективно возникают трудности в изучении физики, что подтверждается результатами контроля текущей успеваемости, результатами экзамена.

Одновременное изучение двух курсов возможно при условии оптимизации и сопряжения содержания дисциплин. Именно такой путь был выбран преподавателями высшей школы. Курс «Высшей математики» и физики изучаются в первом и втором семестрах. Содержание дисциплин «Физика» и «Высшая математика» полностью пересмотрены и выделены общие базовые понятия, закономерности, научные подходы к исследованию, сформирован учебно-профессиональный заказ. Результатом совместной работы является создание преемственных курсов «Высшей математики», «Физики». Разработан учебно-методический комплекс, который обеспечит изучение дисциплин естественнонаучного цикла.

Нами был изучен опыт прошлого в реализации межпредметных связей в физическом и техническом образовании. Так, Я.Б. Зельдовичем и И.М. Ягломом в 1982 году была издана книга [1] под названием «Высшая математика для начинающих физиков и техников», в которой рассматриваются математические понятия с использованием физических примеров. Структура её содержания следующая:

- 1) материал средней школы,
- 2) дифференциальное и интегральное исчисление,
- 3) использование математического аппарата в курсе физики,
- 4) рекомендации преподавателям.

Изучение данного курса [1] является полезным как для преподавателей физики и математики, так и для студентов. Однако, следует отметить, что:

- последовательность содержания материала отличается от изложения курса «Высшей математики» в современном техническом вузе;

- цель данной книги - самостоятельное углубленное изучение важного математического аппарата на примерах физики;
- книга рассчитана на подготовленного и мотивированного читателя — «начинающего физика и техника».

Таким образом, данная книга, написанная двумя крупными учеными, может служить подспорьем для преподавателей физики и высшей математики технического высшего учебного заведения, и помогает разобраться во взаимосвязи двух наук и учебных дисциплин тем учащимся, который уже на школьной скамье пытаются самостоятельно систематизировать изучаемый материал. Но для тех, кто ориентирован на приобретение определенных профессиональных технических знаний, но недостаточно подготовлен в школе к систематическому восприятию научной информации, требуется более конкретное руководство для практического освоения математического аппарата решения задач.

Было разработано учебное пособие по математике для студентов по направлению «Техносферная безопасность», содержание которого соответствовало бы курсу «Высшей математики». Пособие построено по принципу: математические факты плюс примеры решения физических задач. Каждый параграф открывается рядом определений, формулировок теорем и правил из курса математики, которые служат справочным материалом к решению задач по физике, приведенных ниже и использующих математический аппарат. Содержание пособия [4] соответствует первому семестру обучения математике, и используются только физические примеры раздела «Механика» начального этапа изучения физики. Так, например, при изложении понятий векторов и их свойств используются следующие примеры:

1) вектор скорости любой точки абсолютно твердого тела, вращающегося с угловой скоростью $\vec{\omega}$, определяется формулой: $\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{r}]$, где \vec{r} - радиус-вектор данной точки тела;

2) момент сил, действующих на тело: $\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$, где \vec{F} - сила, действующая на тело, \vec{r} - радиус-вектор точки тела;

3) момент импульса материальной точки относительно некоторого начала отсчёта определяется векторным произведением её радиус-вектора и импульса: $\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}]$, где \vec{p} - импульс тела, \vec{r} - радиус-вектор точки тела.

На практических занятиях по математике могут в качестве иллюстрации применения изучаемых понятий рассматриваться задачи с физическим содержанием. Проиллюстрируем на примере.

Задача.

Тело с радиус-вектором $\vec{r} = t^3 \cdot \vec{i} + 3 \cdot t^2 \cdot \vec{j}$, вращается с угловой скоростью $\vec{\omega} = 3t^2 \cdot \vec{i} + 6 \cdot t \cdot \vec{j}$. Определить линейную скорость в момент времени равный 1 секунде.

Методика решения данной задачи состоит в следующем.

Линейная скорость определяется: $\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{r}]$, где $\vec{r}, \vec{\omega}$ лежат в одной плоскости, даны их координаты на плоскости.

Вычисляя векторное произведение, формально добавляем третью координату, равную нулю. Очевидно, вектор \vec{v} перпендикулярен плоскости векторов $\vec{r}, \vec{\omega}$.

$$\text{Тогда } \vec{v}(t) = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 3t^2 & 6t^3 & 0 \\ t^3 & 3t & 0 \end{vmatrix} = 0 \cdot \vec{i} + 0 \cdot \vec{j} + \begin{vmatrix} 3t^2 & 6t \\ t^3 & 3t^2 \end{vmatrix} \cdot \vec{k} = (9t^4 - 6t^4) \vec{k} = 3t^4 \vec{k}.$$

Подставим значения величин $t, \vec{r}, \vec{\omega}$, получим: $|\vec{v}| = 3\left(\frac{M}{c}\right)$. (см. [4], с.30).

Если даже на занятиях по математике не решаются примеры с физическим содержанием непосредственно, то само упоминание тем курса физики, где те или иные математические знания необходимы, со ссылкой на соответствующие учебные пособия, мотивирует студента воспринимать математические навыки как профессионально необходимые.

После написания пособия [4] работа была продолжена, дальнейшие разделы курсов математики и физики в их взаимосвязи нашли отражение в пособиях [5, 6].

Также подготовлен практикум, состоящий из физических задач для закрепления навыков пользования математическим аппаратом. В подобранных примерах курса физики подробно рассматривается техника дифференцирования и интегрирования. Анализ результатов решения задач обсуждается на занятиях по физике.

Оптимизация содержания курсов высшей математики и физики, педагогическое обеспечение преемственности между дисциплинами естественнонаучного цикла, создание учебно-методического комплекса позволило:

- 1) исключить дублирование учебных вопросов по дисциплинам естественнонаучного цикла;
- 2) реализовать преемственность изучения дисциплин естественнонаучного цикла;
- 3) формировать у студентов младших курсов мотивацию к изучению дисциплин и умения использовать свои знания в новых условиях (физические понятия на занятиях по высшей математике и математический аппарат на занятиях по физике);

Таким образом, используя пособия [4, 5, 6] на лекционных и практических занятиях, можно осваивать применение математических понятий и теорем в физических задачах постепенно, накапливая и углубляя усвоенное. Совместная работа преподавателей дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального циклов педагогически обеспечивает преемственность обучения студентов, что повышает качество их профессиональной подготовки (см. [7]). Также эта работа нашла отражение и в подготовке новых учебных пособий собственно по физике (см. [2], [8]).

Таким образом, реализация предложенных мер обеспечит решение главной задачи системы высшего образования – подготовку высококвалифицированных, хорошо информированных и грамотных специалистов.

В заключение хочется отметить, что «конфликт» между физикой и математикой, хотя и взятый в кавычки, приводит не только к методической проблеме согласования курсов этих дисциплин в вузе. При изучении математики с целью ее приложения к физике, технике и другим естественно-научным дисциплинам проблема выбора необходимого уровня строгости и подробности изложения стоит давно, и решалась разными авторами по-разному. Цитируем абзац из авторского предисловия к книге [1]:

«Учащихся первой половины XX века отпугивала теория пределов, язык «бесконечно малых», столь непривычный после обычной арифметики и школьной алгебры. При традиционном введении высшей математики на первом курсе высших учебных заведений именно математика становилась главной причиной отсева учащихся. Только изменив способ преподавания, можно изменить и отношение к предмету. Высшая математика должна превратиться из сухого и трудного предмета в комплекс ясных и естественных представлений, открывающих прямой путь к изучению физики, химии, инженерно-технических дисциплин.» ([1], «К читателю»)

Очевидно, отмеченные здесь сложности в изучении математики и в обучении ей студентов никуда не делись и по сей день. Как видим, авторы идут по пути сознательного «снижения» традиционного строго логического изложения математических понятий. Однако вопрос, в какой мере это оправдано и в каких случаях необходимо, каждый раз встает заново для каждого преподавателя, математика или физика. Авторы данной статьи сделали в работах [4 – 6] ещё одну попытку (в ряду, вероятно, бесконечных) решить эту проблему на относительно небольшом конкретном материале.

Вероятно, излишним будет сказать, что обозначенные в настоящей статье проблемы волновали и волнуют математиков и физиков (в том числе, крупных представителей теоретической науки, а не только педагогов) уже не одно десятилетие. В качестве примеров приводим две работы: учебник [10], написанный учёным - математиком для школьников, и статью [9] историко-философского плана, также написанную математиком, где рассматриваются, в частности, вопросы математической подготовки специалистов.

Литература:

1. Зельдович Я.Б., Яглом И.М. Высшая математика для начинающих физиков и техников. М.: Наука, 1982. 512 с.
2. Каверзнева Т.Т., Леонова Н.А., Ульянов А.И. Техносферная безопасность в примерах и задачах по физике. Часть 1. Учебное пособие. Изд-во Политехнического университета, Санкт – Петербург. 2014. 58 с.
3. Коробов В.А. «Опыт применения математики в преподавании физики» Физика в школе № 4. 1991 г.
4. Леонова Н.А., Бортковская М.Р. Математические понятия в примерах и задачах по физике. Учебное пособие, Изд-во Политехнического университета, Санкт – Петербург, 2014. 70 с.
5. Бортковская М. Р., Леонова Н. А. Некоторые главы математического анализа и обыкновенные дифференциальные уравнения в примерах и задачах по физике. Учебное пособие, Изд-во Политехнического университета, Санкт – Петербург, 2016. 111 с.
6. Бортковская М. Р., Леонова Н. А. Математические модели физических явлений в техносферной безопасности. Учебное пособие, Изд-во Политехнического университета, Санкт – Петербург. 2016. 179 с.
7. Леонова Н.А., Каверзнева Т.Т., Ульянов А.И. Междисциплинарная связь курсов физики, безопасности жизнедеятельности и техносферной безопасности. /Леонова Н.А./ Научно-технические ведомости СПбПУ. 3(203): Научный журнал СПбГПУ, - Санкт-Петербург 2014. С.160-164.
8. Леонова Н.А., Каверзнева Т.Т., Ульянов А.И. Техносферная безопасность в примерах и задачах по физике. Часть 2. Учебное пособие, Изд-во Политехнического университета, Санкт – Петербург 2014. 70 с.
9. Новиков С.П. Математика на пороге XXI века (Историко-математические исследования) www2.rsuh.ru (Официальный информационный ресурс Российского государственного гуманитарного университета) – РГГУ, 14.09.2006.
10. Понтрягин Л.С. Математический анализ для школьников. М.: Наука, 1980. 88 с.
11. Цапурия А.М. «Повторение курса физики с привлечением знаний учащихся по математике» // Физика в школе № 4, 1990 г.