Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology https://mir-nauki.com

2023, Том 11, № 4 / 2023, Vol. 11, Iss. 4 https://mir-nauki.com/issue-4-2023.html

URL статьи: https://mir-nauki.com/PDF/12PDMN423.pdf

DOI: 10.15862/12PDMN423 (https://doi.org/10.15862/12PDMN423)

5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) (педагогические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Щетинин, А. Н. О физике и математике в программе высшего образования / А. Н. Щетинин, М. В. Потапова // Мир науки. Педагогика и психология. — 2023. — Т. 11. — № 4. — URL: https://mir-nauki.com/PDF/12PDMN423.pdf DOI: 10.15862/12PDMN423

For citation:
Shchetinin A.N., Potapova M.V. About physics and mathematics in the higher education program. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2023; 11(4): 12PDMN423. Available at: https://mir-nauki.com/PDF/12PDMN423.pdf. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/12PDMN423

УДК 378

Щетинин Александр Николаевич
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия
Доцент
Кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: alex1621@bk.ru

Потапова Марина Васильевна
ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет», Москва, Россия
Старший преподаватель
E-mail: potapovamv@mgupp.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2190-0422
РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1118723

О физике и математике в программе высшего образования

Аннотация. Рассматривается вопрос о преподавании в техническом вузе физики и математики с точки зрения их взаимосвязи. Разбираются конкретные примеры, иллюстрирующие взаимосвязь наук физико-математического направления. Несмотря на очевидность необходимости согласованного преподавания указанных предметов, это зачастую делается формально и непоследовательно, что негативно сказывается на понимании студентами обеих наук. Положения статьи подкрепляются различными примерами из математических теорий и методов, применение которых были бы весьма полезны в курсе физики. Приводятся методические подходы, позволяющие, с одной стороны, дать понятное объяснение физических явлений с помощью математики, с другой — не требующие применения углубленных математических знаний, необязательных для будущих инженеров. Демонстрируется методика преподавания отдельных моментов общей физики с опорой на математический аппарат, раскрывающая физический смысл, имеющийся в математических моделях. Авторы обращаются к глубинной связи наук, демонстрирующей как единство природных явлений, так и общность математических моделей, раскрывающих различные физические сущности. Подчеркивается красота и правильность симметрии в математических моделях, описывающих физические явления. Упоминаются работы выдающихся физиков, не только владевших математикой, но творивших ее. Статья носит как методический характер, так и затрагивает мировоззренческие вопросы. Основным методом исследования явилось педагогическое наблюдение и анализ успеваемости студентов инженерных ВУЗов по указанным предметам. Авторами представлены рекомендации как по методике преподавания

математики и физики, так и по изменению учебных планов инженерных направлений ВУЗов с целью получения более подготовленных кадров.

Взаимосвязь преподавания математики и физики, технические университеты, подготовка инженеров.

Ключевые слова: взаимосвязь преподавания математики и физики; технические университеты; подготовка инженеров

Введение

Вопрос о связи и взаимовлиянии физической науки и математики поднимается систематически, рассматривается с различных позиций и однозначно решается в пользу существования некоего единства этих научных областей. Впрочем, невозможно не подчеркнуть всеобъемлющее и проникающее во все научные области, в том числе и гуманитарные, применение математических наук. Но в данной статье авторы намерены рассмотреть только лишь проблемы преподавания дисциплин физика и математика в высших технических учебных заведениях. Актуальность данного исследования имеет непроходящее значение и в силу мировоззренческого характера проблемы, и в следствие дидактических причин, а именно, что, когда и как преподавать в конкретных исторических условиях, какие вопросы физико-математического курса особенно необходимы для подготовки инженеров.

Приложения математики к физике весьма обширны. Теория представлений групп Ли тесно связана с теорией элементарных частиц и теорией строения молекул. Новомодная теория струн, обещающая описать все сущее, опирается на многомерную и весьма абстрактную дифференциальную геометрию [1]. По словам лауреата Нобелевской премии физика Леона Ледермана: «Конечная цель физики — описать вселенную одним единственным уравнением, которое могло бы уместиться на майке». А это можно сделать только посредством математики.

Сошлемся еще на книгу [2]. Несмотря на непритязательное название, в ней излагаются в доступной форме основные понятия теории грассмановых алгебр, алгебр Клиффорда и теории спиноров с приложениями к физике. Книга предназначена в основном для студентов-физиков, но она может быть очень полезной преподавателям физики и математики технических вузов, желающих иметь представление о взаимопроникновении математических и физических теорий. Преподаватель математики обычно мало осведомлен о том, что такое спин электрона, а преподаватель физики — что такое спинорная группа. Хотя ясно, что это однокоренные слова и между соответствующими понятиями существует глубокая внутренняя связь. Часто бывает так: создается абстрактная математическая теория, она применяется и развивается физиками, а затем математики обобщают полученные результаты. Это и случилось при создании общей теории относительности, использовавшей развитый незадолго до того тензорный анализ. Здесь мы сошлемся на книгу самого А. Эйнштейна[1] (см. также источник[2]).

Обсуждение указанных вопросов, разумеется, не является целью настоящей работы. Авторов интересуют те, в общем-то стандартные, моменты курса математики, непосредственно применяемые при изучении курса физики в техническом вузе. Цель настоящей работы — исследовать, какие разделы курса высшей математики в техническом вузе особенно важны при

[1] Эйнштейн А. Основы теории относительности. Объединенное научно-техническое издательство НКТП СССР. М.-Л., 1935.

[2] Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. М.: Наука, 1979.

изучении курса физики и указать, какие разделы следовало бы добавить в действующие программы с целью более понятного изложения курса физики.

С другой стороны, необходимо рассмотреть физические понятия и явления, которые сделают математические законы более понятными, наглядными и придадут им пресловутый физический смысл.

Авторы обозначат свое видение вопроса после обзора источников, обращающихся к данной теме. Так в статье А.В. Овчарова о межпредметный связях математики и физики анализируется исторический аспект этой взаимосвязи на конкретных примерах, показывающий, когда математика предоставляла возможность для описания физических законов, а когда физика создавала предпосылки для развития математических теорий[3] [3].

В статье об обоснованности последовательности преподавания общенаучных дисциплин [4; 5] ставится вопрос о целесообразном планировании как объема информации по физике, так и последовательности преподавания дисциплин на основе матрицы сопряжений, из которой однозначно видно, что преподаванию физики предшествует и математика, и информатика, и инженерная графика. Также в этой работе приводится таблица использования минимальных математических знаний при начальном изучении физики. Как тут не воскликнуть, что физика говорит на языке математики!

В статье «Современные представления о физических полях в науке» [6] рассматривается разные уровни описания физических полей с позиций математики. Цитируется Википедия: «Поле в физике — физический объект, классически описываемый математическим скалярным, векторным, тензорным, спинорным полем (или некоторой совокупностью таких математических полей), подчиняющимся динамическим уравнениям (уравнениям движения, называемым в этом случае уравнениями поля или полевыми уравнениями — обычно это дифференциальные уравнения в частных производных)». Таким образом констатируется, что для преподавания физики с полевой точки зрения (как наиболее прогрессивной) невозможно обойтись без развитого математического аппарата.

Вопрос о месте математики и физики при подготовке инженерных кадров интересует и наших иностранных коллег. Так в исследовании испанских преподавателей ставится вопрос корреляции уровня освоения физико-математических и профильных дисциплин. В работе приведены результаты объемных статистических исследований, целью которых является внесение изменений в учебный план [7].

Показателен опыт японских коллег. В статье Акихико Саэки «Межпредметный интегрированный опыт обучения математике и физике» описывается междисциплинарный курс для студентов первого и второго курсов Технического колледжа Канадзавы. Цель курса состоит в том, чтобы учащиеся узнали о связи между математикой и физикой посредством практических занятий. В результате большинство студентов изменили свои наивные представления о законах физики научными понятиями, научились самостоятельно устанавливать связи между результатами экспериментов и своими предыдущими математическими знаниями, уровень их интереса к физическим явлениям и науке либо не снизился, либо повысился, они оценили значение математики.

И наконец в исключительно интересной, мировоззренческой статье Кузьмина Ю.В. «Правило конфайнмента — недостаток теории или проявление новой физики?» [8] ставится вопрос: почему для описание физической картины мира так подходит математика? Почему новые математические методы немедленно находят применение в физических теориях? И как математические модели разной степени сложности обладают большой предсказательной силой

[3] Воров Ю.Г., Голубь П.Д. Краткий курс лекций по истории науки. — Барнаул: АлтГПА, 2012. — 168 с.

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

в физических теориях? Так при создании новой физической теории происходит изменение математических методов, а вместе с ними изменяется сущность физической модели, при этом не теряется прогностическая сила «отмененных» моделей в их области применения. Классический пример — квантово-волновой дуализм, при описании движения корпускул используются простые дифференциальные уравнения, а в волновой оптике, уравнения в частных производных.

Для достижения целей статьи следует решить следующие задачи:

- на основании педагогических наблюдений и опроса студентов выявить наиболее проблематичные с точки зрения математики темы курса общей физики;
- сделать предложения по рациональному размещению этих тем в курсе математики;
- сделать предложения по физическим иллюстрациям математических понятий;
- рассмотреть конкретные примеры математических законов и уравнений при изучении общей физики.

Методы исследования

В основу данной статьи легли многолетнее педагогическое наблюдение обоих авторов в процессе преподавания цикла математических дисциплин и общей физики в высших учебных заведениях Москвы, занимающихся подготовкой инженеров различных профилей. В последние годы исследование проводилось на базе ФГБОУ ВО МГТУ имени Н.Э. Баумана и ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ». И хотя направленность этих ВУЗов различна, но имеются пересечения в специальностях. Главное — это общность проблем, проявляющаяся при преподавании предметов физико-математических дисциплин инженерам различных профилей, будь то программисты, инженеры по обслуживанию техники в пищевых производствах или инженеры авиастроители.

В результате наблюдений преподавателей, обмена мнениями с коллегами и анкетирования 58 студентов первого и второго курса ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» в 2022 г. были выявлены отдельные проблемы преподавания, которые не были решены. Так как это конкретные проблемы, то статья носит фактологический характер, показывает проблему, раскрывающий пути ее решения и дает предложения по их осуществлению.

1. Математические вычисления в физике

В самом начале авторы хотели бы сделать замечания по процедуре вычислений в физике. Проблема разделяется как минимум на две части: вычисления в задачах по физике и вычисления в лабораторных работах по физике. Если студент обладаем хорошей математической культурой, то при решении задач, он без труда обойдется без калькулятора, методом «прикидки». При решении задач не требуется высокой точности тем более, что многие величины в физике принято округлять. Этот метод применялся в советское время на физических факультетах. Он дает очень хороший результат, ведь физика — не бухгалтерия, нет нужды считать копейки. Достаточно проверить результат на правильность с физической точки зрения. Что же касается вычислений в лабораторных работах, где необходимо определять погрешности, то эти вычисления в наше время разумно проводить в Excel. Заодно студенты будут овладевать приемами работы в этом мощном приложении. Таким образом при изучении физики будут расширяться вычислительные навыки и общепредметные компетенции.

2. Элементарная геометрия, оптика, малые углы и уравнения гармонических колебаний

Недостаточное внимание, уделяемое в школе элементарной геометрии, сказывается и при изучении курса физики, как в средней школе, так и в школе высшей. Выводы всевозможных формул при прохождении и отражении света, например, при расчете интерференционных картин и зон Френеля, основаны на применении законов оптики и на геометрических построениях, вычислениях и теоремах, например, теоремах о подобии треугольников. При выводе многих физических формул углы считаются малыми, что позволяет легко выводить формулы, например, уравнения колебания математического и физического маятников, где углы отклонения считаются малыми, синусы и тангенсы этих углов заменяются на сами углы. Не говоря уже о более сложных задачах волновой оптики, задачах по интерференции и дифракции, с применением векторных диаграмм. Здесь уже нужна известная математическая культура. Общий вывод — не улучшив преподавание математики в школе, мы не получим и толкового инженера.

3. Всего лишь градиент

Что, казалось бы, сложного в понятии градиента? Кстати, понятие градиента ввел в математику физик Джеймс Максвелл. Градиент — вектор, указывающий направление скорейшего роста скалярной величины, значение которой меняется от точки к точке пространства и образует скалярное поле. Смысл градиента любой скалярной функции в том, что его скалярное произведение на бесконечно малый вектор перемещения дает полный дифференциал этой функции при изменении координат в пространстве, на котором определена функция. Таким образом, понятие градиента — идеальный математический скелет, на который можно нарастить физическое «мясо». И действительно, с помощью градиента явственно можно показать аналогию электростатического и гравитационного полей. Так, напряженность гравитационного поля Земли — ускорение свободного падения — есть минус градиент гравитационного потенциала, а в электростатическом поле — вектор напряженности поля есть минус градиент электростатического потенциала, и оба направлены в сторону убывания потенциала полей. Единство математической модели и общая сущность физических законов в их разнообразном проявлении.

4. Полный дифференциал и его физический смысл

Основы термодинамики в курсе общей физики изучаются в технических ВУЗах в конце второго семестра. Но на отдельных направлениях обучения студенты к этому моменту не владеют понятием полного дифференциала, позволяющего раскрыть физический смысл внутренней энергии газа. Поэтому преподавателям физики рационально рассмотреть этот вопрос отдельно. Так изменение внутренней энергии идеального одноатомного газа при переходе из одного состояния в другое будет равно:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = 3/2(P_2V_2 - P_1V_1).$$

Делаем вывод, что изменение внутренней энергии зависит только от начальных и конечных состояний и не зависит от вида процесса. По этой причине внутренняя энергия называется функцией состояния или термодинамическим потенциалом.

Продифференцируем U:

$$\mathrm{d}U = 3/2(P\mathrm{d}V + V\mathrm{d}P),$$

т. е. дифференциал от функции состояния всегда является полным.

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Здесь же можно показать, что работа δA не является полным дифференциалом, а следовательно, является функцией процесса.

5. Распределение молекул по скоростям и ЦПТ

При изучении молекулярной физики студент непременно столкнется с кривой Гаусса распределения молекул по скоростям. Для понимания того, откуда берется такая кривая необходимо знание хотя бы основ теории вероятностей, в частности, центральной предельной теоремы (ЦПТ). Эта теорема хотя и упоминается в курсах теории вероятностей, но вскользь и мельком. Вообще надо различать два понятия — то, что упоминалось один раз, формально входя в программу, и то, что доводилось до понимания и овладения вопросом. ЦПТ относится к числу первых. Используемые в упоминающихся далее вопросах о вероятности распределения координаты частицы понятия плотности вероятности (абсолютно) непрерывной случайной величины относятся ко вторым. Задачи на эти понятия входят во все задачники, их дают в качестве обязательных на всех контрольных мероприятиях, как-то домашних заданиях, контрольных, экзаменационных задачах. Поэтому хотя бы у части студентов есть остаточные знания по этому вопросу. О ЦПТ этого сказать нельзя. Задачи на нее не предлагаются обычно ни на каких контрольных мероприятиях. Хотя сама теорема и даже с доказательством (обычно не вполне строгим) приводится во многих учебниках.[4]

6. Уравнение Шредингера

Основным уравнение квантовой механики является уравнение Шредингера. Это уравнение в частных производных второго порядка. Требовать от студентов младших курсов технических вузов знания, как решаются такие уравнения, неразумно. Тем не менее, это можно объяснить для уравнения в простейшей ситуации. Более того, уравнение можно решить, получить ответ и на этом примере объяснить многие понятия, причем вполне доступно — что такое квантование, туннельный переход. Это давно известно.[5]

При рассмотрении поведения частицы в потенциальном ящике уравнение Шредингера приобретает простой вид:

$$d^2\varphi/dx^2 + (4\pi^2/\lambda^2)\varphi = 0$$

Это все то же вездесущее уравнение

$$y'' + \omega^2 y = 0$$

гармонических колебаний с теми же вездесущими решениями в виде линейных комбинаций синусов и косинусов. Хитрость в том, что ω заранее неизвестно. В силу физических соображений имеем:

$$\varphi(0) = 0 \qquad \text{и} \qquad \varphi(a) = 0.$$

С математической точки зрения мы получаем краевую задачу для линейного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. В большинстве программ технических вузов краевые задачи не рассматриваются. Хотя для

[4] Вентцель Е.С. Теория вероятностей, Изд. 6-е, М.: Высшая школа, 1999.

Тутубалин В.Н. Теория вероятностей М.: Изд-во МГУ, 1972.

[5] Китайгородский А.И. Введение в физику М.: ФМ, 1958.

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

некоторых специальностей эти вопросы входят в программу. Задачи Штурма — Лиувилля рассматриваются в некоторых учебниках и задачниках.[6]

Таким образом мы видим, что если целью изложения является познакомить студента с основами квантовой механики, то вполне достаточно ограничиться простейшим примером потенциальной ямы и туннельного перехода. Совсем без математики, однако, обойтись невозможно. Необходимый аппарат — линейные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами и краевые задачи для таких уравнений. Кромке того, искомой функцией является волновая функция — модуль плотности вероятности. Тем самым, необходимо чтобы студент имел представление и об этом. Непрерывные случайные величины входят в программу стандартного курса теории вероятностей любого технического вуза.

7. Уравнения Максвелла

Уравнения Максвелла описывают процессы в трехмерном пространстве. Если для градиента и дивергенции существуют аналоги этих понятий в пространстве другого числа измерений, то для ротора такого аналога существовать не может и потому уравнения не могут быть проиллюстрированы примерами пространств меньшего числа измерений, как это было выше сделано для уравнения Шредингера.

Уравнения Максвелла могут быть записаны в интегральной и дифференциальной формах. При этом преподаватели физики полезно упомянуть, что Максвелл виртуозно владел математикой и поэтому сформулировал в виде уравнений законы электромагнитного поля, экспериментально обнаруженные Фарадеем. В интегральной форме их физический смысл доступен пониманию, при переходе к дифференциальной форме, осуществляемом применением теорем Стокса и Гаусса-Остроградского, смысл становится недоступным для студента. Тем более, что в большинстве учебников по математике изложение соответствующих тем ведется на допотопном уровне. Цивилизованный способ изложения требует привлечения дифференциальной формы. Такое изложение содержится, например, в книгах.[7] Эти книги написаны математиками для математиков, но соответствующие фрагменты этих книг можно вполне доступно изложить и студентам технического вуза. В любом случае это лучше, чем пользоваться устаревшими и малопонятными изложениями из большинства имеющихся руководств.

Что же касается теории дифференциальных форм, то для понимания физики достаточно знать формальные правила действий с такими формами, а в этом нет ничего сложного, особенно если рассматривать формы степени не выше третьей (ибо наше пространство трехмерно, и формы высших степеней равны тождественно нулю). Это, во-первых, свойства линейности, во-вторых, правило умножения

$$\omega_1^p \cdot \omega_2^q = (-1)^{pq}\, \omega_2^q \cdot \omega_1^p,$$

где верхний индекс означает степень формы. В-третьих, это правило дифференцирования:

$$d(\omega_1^p \cdot \omega_2^q) = d\omega_1^p \cdot \omega_2^q + (-1)^p \omega_1^p \cdot d\omega_2^q.$$

Если $\omega^0 = f(x, y, z)$, то:

[6] Сборник задач по математике для втузов. Методы оптимизации. Уравнения в частных производных. Интегральные уравнения. Изд. 2-е. Под ред. А.В. Ефимова. М.: Наука, 1990.

[7] Спивак М. Математический анализ на многообразиях. М: Мир, 1968.

Арнольд В.И. Математические методы классической механики. Москва: Наука, 1979.

12PDMN423
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

$$d\omega^0 = f'_x\, dx + f'_y\, dy + f'_z\, dz.$$

Функция $f(x,y,z)$ или форма ω^0 определяет скалярное поле. Форме $df = d\omega^0$ отвечает векторное поле:

$$\mathrm{grad}\, f = f'_x\, \boldsymbol{i} + f'_y\, \boldsymbol{j} + f'_z\, \boldsymbol{k}.$$

Рассмотрим форму первой степени:

$$\omega^1 = Pdx + Qdy + Rdz.$$

Ей отвечает векторное поле:

$$V = P\boldsymbol{i} + Q\boldsymbol{j} + R\boldsymbol{k}.$$

Вычисляя внешнюю производную $\omega^2 = d\omega^1$, находим, что ей отвечает векторное поле rot V, которое можно записать в виде определителя, и мы в очередной раз сталкиваемся с очередной вездесущей функцией det — определителем.

Пусть задана форма второй степени:

$$\omega^2 = P dy \cdot dz + Q dz \cdot dx + R\, dx \cdot dy.$$

Вычисляя внешнюю производную, находим:

$$d\omega^2 = (\partial P/\partial x + \partial R/\partial y + \partial Q/\partial z)\, dx \cdot dy \cdot dz = (\mathrm{div} V)\, \omega^3.$$

Этот формализм несложен, но он объясняет появление всех формул очень прозрачно.

$$df = \omega^1{}_{\mathrm{grad}}, \qquad d\omega^1{}_{\mathrm{grad}} = \omega^2{}_{\mathrm{rot}}, \qquad d\omega^2{}_{\mathrm{rot}} = d\omega^3{}_{\mathrm{div}}.$$

Внешний дифференциал обладает замечательным свойством

$$d^2 = 0.$$

Отсюда

$$\omega^2{}_{\mathrm{rot}} = d\omega^1{}_{\mathrm{grad}} = d(df) = 0,$$

$$\omega^3{}_{\mathrm{div}} = d\omega^1{}_{\mathrm{rot}} = d(d\omega^1) = 0,$$

т. е. rot (grad f) = 0, div (rot V) = 0.

Дифференциальные формы не входят в программу, но опыт одного из авторов показывает, что они вполне доступны для понимания студентам технических вузов, тем более, если ограничиться просто формализмом без аккуратных доказательств. Доказательства также вполне доступны, но на них просто не хватает времени.

Используя дифференциальные формы, легко объяснить смысл теорем Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского, а с их помощью и переход от интегральной формы записи уравнений Максвелла к дифференциальной, менее громоздкой.

С позиций же физики можно рассмотреть интересный факт, касающийся уравнения для циркуляции векторов, которое описывает причины возникновения магнитных полей, имеющих вихревую природу.

$$\oint H_l dl = \int_S \frac{\partial D_n}{\partial t} ds + \int_S j_{\text{пр}_n} dS.$$

Первоначально трудами Ампера было установлено, что магнитные поля могут создаваться движущимися электрическими зарядами, т. е. электрическими токами. Линии магнитного поля как бы «вьются» вокруг проводников, по которым протекают электрические токи. Когда Максвелл записал систему уравнений в математическом виде, удобном для

12PDMN423
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

восприятия и анализа, то увидел, что совокупность записанных уравнений противоречит закону сохранения электрического заряда.

Тогда, не имея экспериментального подтверждения, он изменил форму уравнения, дописав дополнительный член $\int_S \frac{\partial D_n}{\partial t} ds$. Сделав всю систему более симметричной для вакуума с математической точки зрения, а с физической — добился выполнения закона сохранения заряда. Таким образом был «введен» второй источник возникновения магнитных полей — поля электрические, изменяющиеся во времени. И это, по сути, было предсказание «появления» электромагнитных волн, обнаруженных вскоре в опытах Герца. Математическая модель обрела физическое воплощение.

8. Вездесущие объекты

Выше в разных контекстах несколько раз появлялось слово «вездесущий». Различные физические явления описываются одинаковыми уравнениями, для вычисления различных физических объектов используется одна и та же формула. Создается впечатление, что мы имеем дело с ситуацией, описанной Платоном. Реален идеальный мир, а мы видим только тени этого мира, не понимая их подлинного смысла. Или как ситуация с грибницей — она глубоко под землей, но иногда на поверхностях вдруг выходят ее плоды. Как сказал кто-то из специалистов по группам Ли — исключительные алгебры Ли видятся нам как явления инопланетной цивилизации.

Изложение основ квантовой механики при более углубленном изучении физики использует аппарат операторов в эрмитовом пространстве. Эрмитово пространство (в отличие от евклидова) не входит в стандартную программу большинства технических вузов. В таких случаях следует преподавателям физики отдельно излагать необходимый им математический аппарат. Вряд ли стоит вводить массово его в программы всех вузов, далеко не в каждом физика излагается на таком уровне. А вот массово востребованные вопросы следует излагать подробно.

Заключение

Рассмотрение связи физической науки и математики на уровне преподавания в техническом ВУЗе приводит к неизбежному выводу, что изложение дисциплина физика невозможно без применения, как основ математики, так и высшей математики. Более того, сами математические модели раскрывают физический смысл природных явлений.

Одновременно, рассмотрение примеров из физики на занятиях математикой приводит к пониманию универсальности и жизненности математических методов.

Приведенные в статье примеры доказывают методическую необходимость формирования такого учебного плана, чтобы к началу изучения физики студенты технических ВУЗов уже владели знаниями из области дифференциального исчисления и теории вероятностей.

Опросы студентов свидетельствуют, что за математическими построениями они не видят физической сути и мировоззренческих идей. В статье приведено множество примеров при изучении каких математических понятий и физических законов можно продемонстрировать физический смысл, скрытый в математических моделях.

Данная работа имеет методический характер, так как описывает, как лучше и рациональнее преподать сложный математический материал корректно, но без излишних заморочек.

12PDMN423
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

В результате анализа сложившейся практики преподавания предметов физико-математического цикла в технических ВУЗах авторы сделали вывод, что преподаватели как физики, так и математики обязаны сотрудничать и специально обращать внимание студентов на пересекающиеся моменты дисциплин. Одновременно преподаватели физики должны быть в состоянии объяснить студентам отдельные математические понятия для облегчения их восприятия и применения в физике. Примером такого подхода является работа Ревинского А.Ф. по объяснению понятия полного и неполного дифференциала для целей термодинамики.[8]

При практическом применении высказанных в статье идей, был получен положительный результат, который, в частности, проявился в более качественном осмыслении студентами физических законов.

Педагогическое исследование по сближению преподавания физики и математики полезно продолжить на графическом материале, позволяющем истолковывать суть физических процессов и нюансы математических сущностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каку М. Уравнение Бога: В поисках теории всего; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2022. — 246 с. ISBN 978-5-00139-431-0.
2. Казанова Г. Векторная алгебра. М.: Наука, 1979.
3. Овчаров А.В., Межпредметные связи математики и физики в их историческом развитии // Наука и школа. 2019. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhpredmetnye-svyazi-matematiki-i-fiziki-v-ih-istoricheskom-razvitii.
4. Гончар И.И., Чушнякова М.В., Крохин С.Н. Обоснованность последовательности преподавания общенаучных дисциплин в техническом вузе // Вестник СИБИТа. 2019. № 2(30). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovannost-posledovatelnosti-prepodavaniya-obschenauchnyh-distsiplin-v-tehnicheskom-vuze.
5. Гончар И.И., Чушнякова М.В., Крохин С.Н. Преподавание физики студентам инженерных специальностей: объем информации и количество часов // Вестник ОмГУ. 2018. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prepodavanie-fiziki-studentam-inzhenernyh-spetsialnostey-obem-informatsii-i-kolichestvo-chasov.
6. Кочергина Н.В., Машиньян А.А. Современные представления о физических полях в науке. Материалы Международной научно-практической конференции Актуальные проблемы преподавания дисциплин в техническом вузе, Москва, 15 марта 2023 г., М.: Издательство «Перо», 2023. — 138 с. — 2,1 Мб. [Электронное издание].
7. Perdigones Borderias A. et al. Physics and mathematics in the engineering curriculum: Correlation with applied subjects // International Journal of Engineering Education. — 2014. — Т. 30. — № 6. — С. 1509–1521.
8. Кузьмин Юрий Викторович Правило конфайнмента — недостаток теории или проявление новой физики? // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. 2013. № 6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pravilo-konfaynmenta-nedostatok-teorii-ili-proyavlenie-novoy-fiziki.

[8] https://www.brsu.by Кафедра общей физики Ревинский Антон Федорович. Молекулярная физика и. термодинамика.

Shchetinin Alexander Nikolaevich
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: alex1621@bk.ru

Potapova Marina Vasil'evna
Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
E-mail: potapovamv@mgupp.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2190-0422
RSCI: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1118723

About physics and mathematics in the higher education program

Abstract. The question of teaching physics and mathematics at a technical university is considered from the point of view of their interrelation. Concrete examples illustrating the interrelation of the sciences of the physico-mathematical direction are analyzed. Despite the obvious need for coordinated teaching of these subjects, this is often done formally and inconsistently, which negatively affects students' understanding of both sciences. The provisions of the article are supported by various examples from mathematical theories and methods, the application of which would be very useful in a physics course. Methodological approaches are presented that allow, on the one hand, to give an understandable explanation of physical phenomena with the help of mathematics, on the other — not requiring the use of in-depth mathematical knowledge, optional for future engineers. The methodology of teaching individual moments of general physics based on the mathematical apparatus is demonstrated, revealing the physical meaning available in mathematical models. The authors turn to the deep connection of sciences, demonstrating both the unity of natural phenomena and the generality of mathematical models that reveal various physical entities. The beauty and correctness of symmetry in mathematical models describing physical phenomena are highlighted. The works of outstanding physicists who not only owned the subject, but created it are mentioned. The article is both methodical in nature and touches on ideological issues. The main method of research was pedagogical observation and analysis of the progress of students of engineering universities in these subjects. The authors present recommendations both on the methodology of teaching mathematics and physics, and on changing the curricula of engineering areas of universities in order to obtain more trained personnel.

Keywords: interrelation of teaching mathematics and physics; technical universities; training of engineers