

РАЗДЕЛ I.
ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ
(ПО ОБЛАСТЯМ И УРОВНЯМ ОБРАЗОВАНИЯ)
(ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

ББК 74.480.26+53, УДК 378.147:53 © И. И. Гончар, М. В. Чушнякова, С. Н. Крохин

И. И. Гончар, М. В. Чушнякова, С. Н. Крохин
ОБОСНОВАННОСТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ
ОБЩЕНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В статье главным образом обсуждается обоснованность последовательности, в которой изучаются общенаучные дисциплины (физика, иностранный язык, математика, история, инженерная графика, химия, информатика, теоретическая механика, основы электротехники, экология) в техническом вузе, а также особенности преподавания этих дисциплин будущим бакалаврам техники и технологии. Особое внимание уделено специфике преподавания физики (которая, как известно, является основой современной техники) и тому месту, которое занимает физика среди общенаучных дисциплин, проанализирована её связь с другими общенаучными дисциплинами. Показано, что ни одна из общенаучных дисциплин (за исключением, быть может, теоретической механики и основ электротехники) не использует с необходимостью знания, полученные при изучении физики, в то время как для эффективного преподавания физики жизненно необходимы знания по многим разделам высшей математики (дифференцирование, интегрирование, операции с векторами, свойства показательной и тригонометрических функций и пр.), а также чрезвычайно полезны знания по химии, инженерной графике и информатике. Продемонстрирована необходимость пересмотра обычной практики, когда физика преподаётся с первого семестра. Предложены варианты изменения последовательности изучения общенаучных дисциплин, которые позволят сделать обучение студентов физике более эффективным и при этом не повредят изучению других дисциплин. Кроме того, обсуждаются последствия компрессии материала по курсу общей физики, предназначенного для трёхсеместрового изучения, в один-два семестра, а также особенности и результаты изучения иностранного языка с ориентацией на будущую специальность/специализацию бакалавров техники и технологии.

Ключевые слова: преподавание физики во ВТУЗе, связь с преподаванием математики, общенаучные дисциплины.

Введение. В настоящее время реализуется национальный проект «Образование» [14, с. 1]. Одной из целей этого проекта является усиление ориентации высшего образования на промышленность и инновации. Нам представляется, что для достижения этой цели необходимо оптимизировать последовательность преподавания общенаучных дисциплин в высших технических учебных заведениях (ВТУЗах). Более всего необходимость такой оптимизации касается дисциплины «Физика».

Дело в том, что преподавание физики во ВТУЗе имеет ряд своих особенностей. Во-первых, оно заметно отличается от того, как физика преподаётся и изучается в классическом университете. Этой особенности посвящён следующий раздел. Во-вторых, интересно сравнить изучение физики во ВТУЗе с изучением других дисциплин того же общеобразовательного цикла в том же ВТУЗе и проанализировать, до какой степени обоснована существующая последовательность преподавания этих дисциплин. И, наконец, в-третьих, особенного внимания заслуживает сравнение преподавания физики и математики во ВТУЗе. В предлагаемом анализе мы подразумеваем следующее общеизвестное обстоятельство:

большинство студентов-первокурсников во ВТУЗе не владеют школьными знаниями по физике, химии и математике. Пробелы в этих знаниях велики, иногда они достигают 80%, а студент, который владеет школьным материалом на 80%, - большая редкость. Эти численные данные основываются на результатах ЕГЭ.

Физика в классическом университете и во ВТУЗе. В большинстве классических университетов есть физический факультет, который выпускает профессиональных физиков. Разумеется, студенты такого факультета изучают физику в течение всех четырёх лет бакалаврской подготовки. Мало того, в течение каждого из этих восьми семестров студенты изучают несколько курсов физики (разделы общей и теоретической физики). В большинстве технических вузов физика не является профильной дисциплиной, а кафедра физики не является выпускающей. Соответственно, студенты, обучающиеся на бакалавров техники, изучают только общую физику в течение трёх, а иногда и двух семестров. Встречаются случаи, когда длительность изучения физики не превышает одного семестра.

Совершенно очевидно, что объём материала должен быть пропорционален длительности изучения дисциплины. Однако этого сплошь и рядом не происходит:

программа трёхсеместрового курса физики почти совпадает с программой одного-двухсеместрового курса.

В результате формально оказываются «изученными» все темы, однако фактически знания (компетенции) студентов оказываются весьма поверхностными. Более того, при преподавании физики в техническом вузе, по нашему мнению, совершенно необходимо всякий раз демонстрировать, как то или иное изучаемое физическое явление используется в технике. Сокращение времени изучения без сокращения объёма изучаемого материала (разделов и тем из курса физики) приводит к тому, что времени на обсуждение технических применений абсолютно не остаётся. Усугубляет ситуацию тот факт, что примеры технических применений, которые приводятся в учебниках, зачастую относятся к двадцатому веку и многие из них в настоящее время устарели. Вот несколько примеров этого.

Как применение явления ферромагнетизма в учебниках обсуждаются магнитные носители информации (жёсткие диски компьютеров, HDD), а в качестве примера использования явления электромагнитной индукции – головка, считывающая информацию с жёсткого диска компьютера. Во-первых, вращающиеся ферромагнитные жёсткие диски в настоящее время интенсивно вытесняются твердотельными носителями (флэш-память, SSD). Однако, для обсуждения физических принципов работы твердотельных носителей совершенно нет времени: ведь предварительно нужно хотя бы вкратце познакомить студентов с физикой полупроводников. Во-вторых, для считывания информации с жёсткого диска явление электромагнитной индукции давно уже не используется. Вместо этого применяется считывающая головка на основе явления гигантского магнетосопротивления, открытого Альбертом Фертом и Петером Грюнбергом в 1988 году (Нобелевская премия по физике 2007 года) [5, с.1; 18, с. 2472].

Физика и другие дисциплины общенаучного цикла во ВТУЗе. Студенты, обучающиеся на бакалавров техники, обычно изучают параллельно с физикой иностранный язык, историю, химию, информатику, инженерную графику, экологию, а также, разумеется, математику, а иногда теоретическую механику и основы электротехники. Связь этих дисциплин общенаучного цикла с физикой мы показываем с помощью табл. 1, которая представляет собой что-то вроде матрицы сопряжения (или соответствия) [8, с. 13; 9, с. 67; 10, с. 18; 11, с. 25].

Мы не включили в табл. 1 иностранный язык, историю и экологию, поскольку не смогли увидеть связи этих дисциплин ни с физикой, ни с будущей профессиональной деятельностью бакалавра техники. Считается, что иностранный язык (почти всегда английский) изучается в связке с будущей специальностью. Однако наш опыт показывает, что даже в хороших группах лишь отдельные студенты минимально знакомы с физико-математической терминологией на изучаемом иностранном языке. Происходит это оттого, что с физико-математической и технической терминологией студентов знакомят преподаватели

кафедры иностранного языка, которые не понимают смысла изучаемых терминов. Ситуация усугубляется ещё тем, что многие преподаватели физики и специальных технических дисциплин не владеют англоязычной терминологией по своей специальности. В результате на защите бакалаврской работы ответить на вопрос по специальности, заданный на изучаемом иностранном языке, вряд ли может более 10% завтрашних бакалавров техники и технологии. Возникает резонный вопрос: для чего тогда иностранный язык изучают в школе и во ВТУЗе на протяжении 8-10 лет, да ещё не в потоке по сто человек и даже не в группах по 25-30 человек, а в подгруппах, состоящих не более, чем из 15 человек.

Вернёмся к (табл. 1). В ней стрелка вниз означает, что дисциплина, указанная сверху, нужна при изучении дисциплины, указанной слева. Стрелка вверх означает, что дисциплина, указанная слева, нужна при изучении дисциплины, указанной сверху. Количество стрелок на качественном уровне отражает интенсивность использования знаний, умений, навыков, полученных при изучении одной дисциплины, в ходе изучения другой дисциплины.

Остановимся сначала на тех дисциплинах, которые используются при изучении физики не очень интенсивно. Начнём с химии. Мы в своей работе при изучении свойств газов требуем, чтобы студенты могли привести примеры веществ, которые при нормальных условиях являются газами. То же относится к жидкостям и твёрдым телам. Разумеется, кроме названия (азот, кислород, аргон), студент должен знать и химическую формулу (N_2 , O_2 , Ar). Важнейшим процессом, который происходит в природе и применяется в технике, является ионизация. Конечно, студенты должны знать, какие вещества легко становятся положительными ионами, а какие – отрицательными ионами. Типичная задача у нас формулируется так: «Вычислить энергию взаимодействия отрицательного однозарядного атомарного иона фтора и ядра углерода, расстояние между которыми составляет 20 нанометров». Разумеется, все данные для решения такой задачи нужно взять из таблиц, в том числе и из Периодической таблицы Д. И. Менделеева. И вот в первом семестре на занятии по физике мы говорим студентам: «Это вы изучали на химии», а в ответ слышим: «А у нас химии ещё не было!». Студенты, конечно, при этом имеют в виду, что химии у них не было во ВТУЗе. В обычной средней школе химии уделяется один час в неделю: меньше, чем физкультуре. В результате лишь отдельные студенты отличают щелочные металлы от галогенов. Соответственно, мы вынуждены изучать элементы химии на занятиях по физике. Кстати, наш опыт показывает, что 90% студентов не могут сформулировать Периодический закон Д. И. Менделеева.

Знания, полученные при изучении инженерной графики, необходимы всякий раз, когда студент рисует рисунок. А с рисунка начинается решение большинства физических задач. Ну а дальше часто повторяется та же история, что и с химией. В частности, для большинства студентов представляется затруднительным изобразить несложный с геометрической точки зрения предмет в

проекциях (вид сверху, вид сбоку) и показать оси симметрии стандартной штрихпунктирной линией.

Наконец, информатика могла бы помочь студентам моделировать физические процессы на ком-

пьютерах и производить вычисления на калькуляторах. И здесь ситуация аналогичная: мы опять слышим от студентов, что они этого в университете ещё не проходили.

Таблица 1

Использование знаний, умений, навыков, полученных при изучении одной дисциплины, в ходе изучения другой дисциплины.

		физика	математика	информатика	инженерная графика	химия	теоретическая механика	основы электротехники
		1	2	3	4	5	6	7
1	физика		↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	↓ ↓	↓	↓ ↓	↑ ↑	↑ ↑
2	математика	↑ ↑ ↑ ↑ ↑					↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑
3	информатика	↑ ↑						
4	инженерная графика	↑					↑ ↑	
5	химия	↑ ↑						
6	теоретическая механика	↓ ↓	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓		↓ ↓			
7	основы электротехники	↓ ↓	↓ ↓ ↓					

Физика и математика во ВТУЗе. Однако химия, информатика и инженерная графика используются при изучении физики не очень интенсивно. Совсем не то с математикой. В табл. 2 представлен перечень математических знаний, умений и навыков, которые необходимы студенту на занятиях по физике в первый же месяц обучения в университете [6, с. 3; 13, с. 3; 15, с. 550; 16, с. 5; 17, с. 3].

Разумеется, при одновременном изучении физики и математики с первого семестра, все необходимые разделы математики приходится изучать на занятиях по физике. При этом типичной является ситуация, когда математики у студентов 4 пары в неделю, а физики только две. Может себе кто-нибудь вообразить, что на занятиях по математике преподаётся фи-




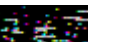
зика? Нет, конечно: во-первых, снобизм преподавателей математики и их презрение ко всему остальному широко известен, а во-вторых, они физики просто не знают. А самое главное – она не требуется для преподавания математики. На самом деле, математика родилась как прикладная наука для решения физических задач.

Но преподавателям физики без математических умений студентов работать чрезвычайно трудно. И вот из того совершенно недостаточного для преподавания физики времени [3, с. 52; 4, с. 130] выкраиваются часы для заделывания математических брешей в знаниях студентов. Очевидно, что понастоящему сложным физическим вопросам приходится в результате уделять меньше внимания.

Таблица 2

Использование математических знаний, умений и навыков в первые месяцы изучения физики

Раздел математики	Для чего нужен
Частные производные	Вычисление погрешностей в лабораторных работах: $\Delta y = \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial x_1} \Delta x_1\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2} \Delta x_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_N} \Delta x_N\right)^2};$ связь силы с потенциальной энергией: $F_x = -\frac{\partial W_p}{\partial x}; \quad F_y = -\frac{\partial W_p}{\partial y}; \quad F_z = -\frac{\partial W_p}{\partial z}.$
Дифференцирование	Нахождение скорости и ускорения частицы по известной зависимости радиус-вектора от времени: $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}; \quad \vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2};$

	<p>Нахождение угловой скорости и углового ускорения абсолютно твёрдого тела по известной зависимости угла поворота от времени: $\omega_z(t) = \frac{d\varphi_z(t)}{dt}; \quad \varepsilon_z(t) = \frac{d\omega_z(t)}{dt} = \frac{d^2\varphi_z(t)}{dt^2}.$</p>
Интегрирование	<p>Нахождение радиус-вектора частицы по известной зависимости ускорения от времени (основная задача механики): $\vec{v}(t) = \int \vec{a}(t) dt;$ <p>нахождение скорости частицы по известной зависимости ускорения от времени: $\vec{r}(t) = \int \vec{v}(t) dt;$ <p>нахождение угла поворота абсолютно твёрдого тела по известной зависимости угловой скорости от времени: $\varphi_z(t) = \int \omega_z(t) dt;$ <p>нахождение угловой скорости абсолютно твёрдого тела по известной зависимости углового ускорения от времени: $\omega_z(t) = \int \varepsilon_z(t) dt;$ <p>нахождение момента инерции: $I_z = \int r_z^2 \rho dV.$</p> </p></p></p></p>
Векторное произведение	<p>Нахождение момента силы:  момента импульса:  силы Лоренца: $\vec{F}_L = q[\vec{v}, \vec{B}].$</p>
Скалярное произведение	<p>Нахождение работы силы:  мощности силы: </p>
Операции с векторами: разложение по базису, нахождение модуля, нахождение проекций	<p>Кинематика:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ радиус-вектор: $\vec{r} = x\vec{e}_x + y\vec{e}_y + z\vec{e}_z;$ ◦ скорость частицы: $\vec{v} = v_x\vec{e}_x + v_y\vec{e}_y + v_z\vec{e}_z;$ ◦ ускорение частицы: $\vec{a} = a_v\vec{e}_v + a_n\vec{e}_n;$ <p>второй закон Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_N.$</p>
Тригонометрические функции	<p>Модуль векторного произведения двух векторов: $[\vec{a}, \vec{b}] = ab \sin(\vec{a} \wedge \vec{b});$ <p>скалярное произведение двух векторов: $\vec{a}\vec{b} = ab \cos(\vec{a} \wedge \vec{b});$ <p>проекция вектора на ось: $a_x = a \sin \gamma;$ <p>механические колебания: $\xi = \xi_m \sin(\omega t + \alpha_0).$</p> </p></p></p>
Показательная функция (экспонента)	<p>Движение тела под действием силы вязкого трения: $v = v_0 \exp(-\beta t).$</p>

Заключение. Ситуацию на самом деле можно улучшить довольно легко. Во-первых, следует перестать делать вид, что физика является такой же дисциплиной, как все остальные: мы показали на множестве примеров, что это не так. Главным отличительным свойством является то, что ни иностранный язык, ни история, ни математика, ни химия не требуют для своего преподавания использования других дисциплин. Физику же (конкретно, механику) преподавать до изучения высшей математики просто невозможно.

Во-вторых, ставя в центр внимания физику, нужно просто сдвинуть её преподавание, начиная его со второго или третьего семестра. Освободившиеся в первом семестре часы можно занять любой из дисциплин общенаучного цикла. В результате такой рокировки никто не пострадает, а общее дело – образование студентов – существенно выиграет. Причём выиграет при этом и сама математика: полученные при её изучении знания будут использоваться и закрепляться в ходе изучения физики.

В нашей практике встречались отдельные случаи, когда физика изучалась со второго семестра. Работа с такими студентами, которые уже познакомились с основами высшей математики, идёт гораздо эффективнее.

Можно возразить, что при изучении теоретической механики и основ электротехники используются знания, полученные на занятиях по физике. Следовательно, сдвиг изучения физики на более поздние семестры приведёт к необходимости сдвигать изучение и этих двух дисциплин. На самом деле, и теоретическая механика, и основы электротехники в значительной степени представляют собой расширенные разделы физики со своей специфической терминологией. В процессе преподавания этих дисциплин студентов знакомят в основном с типичными задачами и приёмами их решения. Количество физических законов, используемых при этом, крайне ограничено: уравнения Лагранжа физически не отличаются от второго закона Ньютона [1, с. 453; 7, с. 380], а правила Кирхгофа – от законов сохранения электрического заряда и энергии [2, с. 43; 12, с. 19].

Таким образом, изучение теоретической механики можно начинать сразу после того, как закончено изучение механики в курсе общей физики, а изучение основ электротехники – сразу после изучения раздела «Электричество». Остальные разделы общей физики никак не влияют на эти дисциплины и могут изучаться параллельно с ними.

Библиографический список

1. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах: учеб. пособие для вузов в 2 т. Т. 2: Динамика [Текст] / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. – М.: Лань, 2013. – 640 с.
2. Беневоленский, С. Б. Основы электротехники: учеб. пособие для вузов по неэлектротехническим направлениям подготовки бакалавров [Текст] / С. Б. Беневоленский, А. И. Марченко. – М.: Физматлит, 2006. – 565 с.
3. Гончар, И. И. Физические части речи: вопросы изучения законов физики [Текст] / И. И. Гончар, С.Н. Крохин, М. В. Чушнякова, Н. А. Хмырова // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. – 2017. –1. – С. 52–57.
4. Гончар, И. И. Физические части речи: физические величины [Текст] / И. И. Гончар, М. В. Чушнякова, С. Н. Крохин, Н. А. Хмырова // Омский научный вестник. Сер. Общество. История. Современность. – 2015. – 3 (139). – С. 130–132.
5. Иванов, И. Нобелевская премия по физике – 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://elementy.ru/novosti_nauki/430612/Nobelevskaya_premiya_po_fizike_2007 (15.03.2019).
6. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики: учеб. пособие: в 3 т. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика [Текст] – М.: Физматлит, 2001. – 607 с.
7. Митюшов, Е.А. Теоретическая механика: Учебник для вузов по машиностроительным специальностям [Текст] / Е. А. Митюшов, С. А. Берестова. – М.: Академия. 2006. – 311 с.
8. Основная образовательная программа высшего образования (аспирантура) по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах» (СИБАДИ) – 2015.
9. Основная образовательная программа высшего образования направления подготовки бакалавриата 14.01.00 «Теплоэнергетика и теплотехника» (ОмГТУ) – 2013.
10. Основная образовательная программа высшего образования направления подготовки магистров 11.03.04 «Прикладная информатика» (ОмГТУ) – 2015.
11. Основная образовательная программа высшего профессионального образования (академический бакалавр) по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (ТПУ) – 2015.
12. Рекус Г. Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями: учеб. пособие для вузов по неэлектротехническим специальностям направлений подготовки дипломированных специалистов в области техники и технологии [Текст] – М.: Высшая школа, 2005. – 342 с.
13. Савельев И. В. Курс общей физики: учеб. пособие для вузов в 3 т. Т. 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика [Текст] – М.: Наука, 1970. – 508 с.
14. Семенкина З. И. Национальный проект «Образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://strategy24.ru/rf/projects/project/view?slug=natsional-nyu-proyekt-obrazovaniye&category=education>. (15.03.2019).
15. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М.: Академия, 2004. – 560 с.

16. Тюрин А. И. Физика: учебник для технических университетов: в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] / А. И. Тюрин, И. П. Чернов, Ю. Ю. Крючков. – Томск: изд. Томского университета, 2002. – 522 с.

17. Яворский Б. М., Пинский А. А. Основы физики: Учебник в 2 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика [Текст] – М.: Физматлит, 2003. – 576 с.

18. Baibich, M. N. Giant Magnetoresistance of (001)Fe/(001)Cr Magnetic Superlattices [Текст] / Baibich M. N., Broto J. M., Fert A., Nguyen Van Dau F., Petroff F., Etienne P., Creuzet G., Friederich A., Chazelas J. // Physical Review Letters – 1988. – 61. – P. 2472–2475.

Сведения об авторах:

Гончар Игорь Иванович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Физика и химия» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (644046, Российская Федерация, г. Омск, пр. Маркса, д. 35), e-mail: vigichar@hotmail.com.

Чушнякава Мария Владимировна – кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры «Физика» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (644050, Российская Федерация, г. Омск, пр. Мира, д. 11), e-mail: maria.chushnyakova@gmail.com.

Крохин Сергей Николаевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физика и химия» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (644046, Российская Федерация, г. Омск, пр. Маркса, д. 35), e-mail: krokhinsn@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 05.03.2019 г.