

**ДМИТРИЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ ЕЛАХОВСКИЙ**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики физико-технического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)  
*elahovsky@mail.ru*

**АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ НАЗАРОВ**

доктор педагогических наук, заведующий кафедрой общей физики физико-технического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)  
*anazarov@petrsu.ru*

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ ФИЗИКЕ БАКАЛАВРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА\*

Представлены подходы к совершенствованию методического обеспечения, востребованные для организации обучения физике бакалавров-строителей в связи с переходом на двухуровневую систему подготовки по направлениям высшего профессионального образования. Предложены способы обеспечения мотивационной составляющей курса физики за счет повышения результативности межпредметных связей с другими дисциплинами, а также использования основных элементов содержания строительной физики (архитектурная акустика, архитектурная климатология и архитектурная светотехника).

Ключевые слова: архитектурная акустика, климатология, светотехника, методика обучения физике, строительная физика

Изменение квалификации выпускников технических специальностей вузов (бакалавр, магистр) потребовало от преподавателей пересмотра основных концептуальных подходов к разработке методического обеспечения по ряду естественно-научных дисциплин. Что касается строительной специальности, то сложность такого пересмотра вызвана, с одной стороны, требованием ФГОС ВПО (направление «Строительство», квалификация – бакалавр) к формированию у выпускника вуза профессиональных компетенций, таких как «использование основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности», «способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат», а с другой стороны, существенным уменьшением продолжительности курса физики (полтора семестра) и количества аудиторных часов, предусмотренных учебным планом (лекционная нагрузка уменьшена в 2,4 раза, практическая – в 5 раз).

Следует также отметить весьма жесткую регламентацию стандартами распределения учебной нагрузки между аудиторной и самостоятельными формами обучения, а также ее лекционной и практической составляющими. Озабоченность преподавателей вызывает также сокращение практической составляющей курса физики. Ситуация усугубляется тем, что предлагаемая программа централизованного тестирования бакалавров строительной специальности

предполагает владение навыками решения задач применительно ко всем теоретическим разделам физики. Вызывает сожаление сокращение времени, предусмотренного рабочими программами на проведение текущего и заключительного контроля знаний студентов, сокращение или полное устранение семинарских занятий, уменьшение количества контрольных работ и экзаменов. При этом ситуация усугубляется низким уровнем школьной физико-математической подготовки абитуриентов, что проявляется в результатах сдачи ЕГЭ по физике, снижающихся из года в год. Причем даже когда представленные в приемную комиссию результаты тестирования более или менее удовлетворительны, проверка остаточных знаний по физике у студентов первого курса показывает уменьшение этого показателя. Данное обстоятельство со всей очевидностью подчеркивает существующие проблемы преподавания физики в школе и ставит под сомнение целесообразность такой формы оценивания знаний школьников. Зачастую проходные баллы, необходимые для поступления в вуз, обеспечиваются не результатами экзаменов по физике и математике, а за счет других дисциплин, что вряд ли способствует качественной подготовке инженерно-технических специалистов.

Более того, на технических факультетах уже давно физика не относится к числу профилирующих дисциплин. Данное обстоятельство не может способствовать пониманию студентами роли физических знаний в их дальнейшей профессиональной деятельности в качестве инженеров и технологов. Наоборот, такая ситуация

порождает пассивность процесса обучения, отсутствие необходимых стимулов у студентов в изучении физики, слабую мотивационную составляющую данного процесса. Используемое методическое обеспечение данного курса часто не учитывает в полной мере особенности производственно-технологических процессов, напрямую связанных с предполагаемой профессиональной деятельностью будущих выпускников, а межпредметные связи реализуются достаточно слабо. Часто учебники по физике, рекомендуемые студентам инженерных специальностей, лишены прикладной направленности, что тоже нивелирует важность физики как учебного предмета для выбранной ими профессии. Указанные проблемы достаточно подробно освещены в материалах XII Международной конференции «Физика в системе современного образования» [1], [6], [7], [10].

Трехлетний опыт преподавания курса физики на строительном факультете в рамках образовательных программ (ОП) бакалавриата пока не позволяет однозначно оценить достоинства и недостатки того или иного методического обеспечения этой дисциплины, но тем не менее весь предшествующий опыт работы в качестве ведущих преподавателей курса физики позволяет выделить три возможных подхода к сохранению качества обучения физике в новых условиях.

1. В первом случае сохраняются основные базовые принципы преподавания курса физики: основные разделы курса и порядок их изложения. Однако при этом, учитывая дефицит лекционного времени, при изложении материала не приводится вывод формул, описывающих тот или иной физический процесс, что требует достаточных временных затрат преподавателя и студентов. В качестве примера можно упомянуть закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям или уравнение адиабатического процесса. При этом важно, что подобные законы формулируются с объяснением физического смысла входящих в них величин. Возможно, конечно, предложить студентам самостоятельно разобраться в выводе каких-то формул, но, как показывает практика, отсутствие возможности проверки этого вида деятельности (все тот же временной дефицит) делает это нецелесообразным.

Проведение лабораторного практикума в условиях сокращения общего числа выполняемых работ предполагает в основном использование тех из них, которые имеют непосредственную связь с направлением подготовки: определение модуля Юнга, определение влажности воздуха, исследование теплопроводности воздуха и твердых тел и т. д. К сожалению, 8 часов, выделяемых на практические занятия (решение задач), не позволяют эффективно использовать эту форму проведения занятий с целью практического использования приобретенных теоретических

знаний, поэтому акцент делается на выполнение домашних заданий по известному студентам алгоритму с обязательным контролем результатов этой работы.

2. Другая альтернативная возможность организации обучения физике бакалавров-строителей основана на фундаментальном характере физики как науки и дисциплины, необходимой для изучения целого ряда учебных предметов, которые входят в учебный план строительного факультета: теоретическая механика, сопромат, гидродинамика, теплотехника, электротехника. Эти курсы роднит с физикой одинаковый понятийный аппарат, а также использование при описании соответствующих процессов объективных законов природы, рассматриваемых при изучении курса физики. Для примера можно вспомнить, что в теоретической механике при рассмотрении различных видов движения используются кинематические и динамические характеристики, уже известные студентам из курса физики хотя бы в рамках школьной программы. Теплоснабжение помещений, а также работа тепловых агрегатов, рассматриваемые в рамках учебного предмета под названием «теплотехника», всецело основаны на законах термодинамики, входящих в программу курса общей физики и связанных с изучением теплообменных процессов, различными способами преобразования тепловой энергии в механическую и методами тепловых расчетов (метод циклов, метод характеристических функций и т. д.). Вся теоретическая часть электротехники также основана на физических законах, подробно изучаемых в курсе общей физики: законы Ома и Джоуля – Ленца, правила Кирхгофа, явление электромагнитной индукции, переменный ток и т. д.

3. Еще одна возможность повышения эффективности обучения физике студентов технических специальностей, что представляется наиболее важным, связана с необходимостью повышения мотивационной составляющей физического образования, то есть с его адаптацией к профессиональной деятельности бакалавра-строителя. Здесь примером может служить методика обучения физике на медицинских факультетах университетов. В его основе лежит переход от традиционного курса «Физика» к курсу «Медицинская и биологическая физика», а учебник с аналогичным названием [8] в настоящее время является основным для студентов медицинских специальностей высших учебных заведений. Логическая схема повествования данного учебника такова, что описываемые физические явления и законы, их объясняющие, находят непосредственное приложение к функционированию отдельных органов человека и всего организма в целом. Такой подход обусловлен тем, что достижения современной медицины в значительной степени связаны с достижениями физи-

ки, техники и медицинского приборостроения, тем более что многие заболевания и механизм борьбы с ними зачастую имеют биофизическое объяснение.

Аналогичный подход в формировании методического обеспечения по физике студентов-строителей может быть реализован при переходе от традиционного курса «Физика» к практикоориентированному курсу «Строительная физика». В качестве обоснования предлагаемого подхода к разработке методического обеспечения по физике можно привести следующее. Проектирование зданий различного профиля (жилые дома, учебные заведения, концертные залы, театры и т. д.) должно обеспечить не только безопасность их эксплуатации, но и комфортное пребывание человека при эксплуатации вышеупомянутых зданий. Решение этой задачи обеспечивается не только правильным выбором интерьерных решений (эстетический комфорт), но и формированием соответствующей физической среды внутренних помещений зданий. Данное понятие включает в себя климатическую составляющую, обеспечивающую необходимый температурно-влажностный режим помещений, звуковую, гарантирующую так называемый слуховой комфорт в плане, например, достоверности речевой и музыкальной информации, и световую, создание которой реализуется за счет возможностей естественного и искусственного освещения помещений в зависимости от их использования. Следует отметить также важную роль цвета в решении данного вопроса.

Состояние вышеуказанных физических сред определяется потоком энергии различного вида (световой, тепловой, звуковой) от источников, находящихся как внутри зданий, так и за их пределами, а также физическими свойствами материала элементов ограждающих конструкций. Раздел физики, изучающий характер движения массовых и энергетических потоков, целью которого является выбор оптимальных научно обоснованных архитектурно-строительных решений при проектировании зданий, принято называть строительной физикой. Основными разделами строительной физики являются архитектурная климатология, архитектурная акустика и архитектурная светотехника. Естественно, что в основе упомянутых составляющих этого курса лежат разделы общей физики: молекулярная физика, колебания и волны, оптика, ибо основные явления и описывающие их законы лежат в основе решений задач акустики, климатологии и светотехники.

Архитектурная акустика включает два компонента с точки зрения создания «слухового комфорта» [4]. В результате рассмотрения всего спектра явлений, связанных с распространением звуковых волн внутри помещений с учетом их проникновения через строительные ограж-

дения, устанавливаются строительные нормы, обеспечивающие, как уже отмечалось, достоверность речевой и музыкальной информации. В театрах, концертных залах, лекционных аудиториях необходимо обеспечить четкое восприятие слов и музыки в любом месте нахождения слушателей, при этом звуковая информация должна доходить до потребителя в неискаженном виде.

Не менее важной задачей архитектурной акустики являются проблемы звукоизоляции и предотвращения вредных воздействий производственных и бытовых шумов [4]. Данная проблематика особенно актуальна в связи с развитием транспортных средств и новых производств, и задача шумоподавления стоит в одном ряду с проблемами очистки воды и недр от промышленных загрязнений.

Архитектурная климатология, один из важнейших разделов строительной физики, призвана обеспечить формирование в помещениях микроклимата, в первую очередь обеспечивающего необходимый тепловой комфорт, качество которого должно соответствовать совокупности технологических и гигиенических требований [3]. При этом ощущение теплового комфорта обеспечивается тепловым режимом, который также обеспечивает нормальное протекание производственных процессов, состояние и долговечность конструкций зданий и его оборудования. Тепловая обстановка в помещениях определяется параметрами воздушной среды помещений: температурой, подвижностью и влажностью воздуха, а также наличием воздушных потоков и радиационным излучением окружающих поверхностей, зависящим от их температуры, геометрии и радиационных свойств. Все факторы, формирующие тепловую обстановку помещений, необходимо рассматривать в неразрывной связи между собой, так как их взаимное влияние может отразиться на конечном результате. Следует также учитывать те функциональные процессы, которые протекают в конкретном помещении, и наружные условия их эксплуатации. Как и в случае архитектурной акустики, решение указанных задач связано с использованием соответствующих физических явлений и их законов.

Роль архитектурной светотехники при формировании световой среды, обеспечивающей комфортные условия жизнедеятельности человека, включает два аспекта. Во-первых, проектируемая световая среда должна обеспечить нормальное функционирование оптической системы человека при получении зрительной информации. Необходимый уровень освещенности зданий нормируется исходя из медицинских рекомендаций и вида профессиональной деятельности человека. Физической основой решения данной проблемы является разработка современных источников освещения и методик измерения характеристик оптического излуче-



ния, проектирование светотехнического оборудования, исследование оптических свойств строительных материалов. Значение элементов строительной светотехники для развития материального производства определяется тем, что установление оптимальных количественных и качественных характеристик освещения и их реализация в строительстве способствуют росту производительности труда и улучшению качества выпускаемой продукции. С другой стороны, освещение формирует у человека зрительные образы, и это обстоятельство вызвало появление световой архитектуры и светового дизайна. Основная задача световой архитектуры – помочь человеку сформировать правильное восприятие пространства, его архитектуры, присущей ему атмосферы, то есть создать особое пространство, хорошо сбалансированное, являющееся психологически, физиологически и архитектурно функционально целым.

Таким образом, даже фрагментарное знакомство студентов-строителей с практическим приложением содержания соответствующих

разделов курса физики при проектировании зданий различного предназначения и непосредственно в строительстве может способствовать более вдумчивому изучению данного курса, что повысит мотивацию к его изучению. Соответствующий подход к разработке методического обеспечения курса физики может быть реализован с помощью уже изданных в Петрозаводском госуниверситете учебных пособий [3], [4], [5]. Существуют и другие способы повышения мотивационной составляющей обучения физике, связанные, например, с широким использованием мультимедийных средств, компьютерного моделирования, дистанционных образовательных технологий и т. д. В любом случае потребуются определенный адаптационный период для принятия оптимального решения.

Естественно, предложенные подходы к разработке методического обеспечения для бакалавров-строителей не могут считаться единственно правильными, и опыт преподавателей других технических дисциплин поможет в дальнейшем найти оптимальное решение данной проблемы.

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012–2016 гг. в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авенариус И. А., Захаров В. Г. Методическое обеспечение курса физики для бакалавров // Материалы XII Международной конференции «Физика в системе современного образования». Т. 1. Петрозаводск, 2013. С. 120–122.
2. Деменкова Л. Г., Полицинский Е. В. Использование практико-ориентированных задач в процессе обучения студентов технического вуза // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2014. № 3 (15). С. 121–125.
3. Елаховский Д. В., Малиненко И. А. Физические основы архитектурной климатологии: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 192 с.
4. Елаховский Д. В., Малиненко И. А. Физические основы архитектурной акустики: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 130 с.
5. Елаховский Д. В., Малиненко И. А. Физические основы строительной светотехники: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. 48 с.
6. Кургаева Н. Е., Ткачева Т. М. Формирование компетенций инженера в процессе решения задач по физике // Материалы XII Международной конференции «Физика в системе современного образования». Т. 1. Петрозаводск, 2013. С. 149–153.
7. Проклова В. Ю. Профессиональная направленность обучения физике при подготовке студентов технологического профиля // Материалы XII Международной конференции «Физика в системе современного образования». Т. 1. Петрозаводск, 2013. С. 170–173.
8. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика: Учебник для вузов. М.: Дрофа, 2010. 558 с.
9. Ремизова Т. Н. Формирование положительной мотивации к обучению у студентов // Научные исследования в образовании. 2010. № 1. С. 27–38.
10. Шишелова Т. И. Особенности проведения физического практикума по оптике по направлению бакалавриата «строительство» // Материалы XII Международной конференции «Физика в системе современного образования». Т. 1. Петрозаводск, 2013. С. 206–207.

**Elakhovskiy D. V.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)  
**Nazarov A. I.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

#### METHODOLOGICAL APPROACHES TO TEACHING PHYSICS TO BACCALAUREATE STUDENTS AT CIVIL ENGINEERING FACULTY

The article deals with some educational approaches and major guidelines used in teaching physics to students of the Civil Engineering faculty. Consideration of these approaches is necessitated by the latest transition of the Russian higher education to the two-tier system. The proposed approaches are facilitative in elevation of students' motivation due to the increase of intersubject communications and implementations of the basic fragments of building physics (architectural acoustics, building climatology and light engineering) into the teaching process.

Key words: architectural acoustics, building climatology, light engineering, teaching physics, structural physics

## REFERENCES

1. Avenarius I. A., Zakharov V. G. Methodological support of course in physics for undergraduate students [Metodicheskoe obespechenie kursa fiziki dlya bakalavrov]. *Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii "Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya"* [Proc. 12th Inter. conf. "Physics in the system of modern education"]. Petrozavodsk, 2013. Vol. 1. P. 120–122.
2. Demenkova L. G., Politsynskiy E. V. Utilising practice-oriented tasks at a polytechnic university [Ispol'zovanie praktiko-orientirovannykh zadach v protsesse obucheniya studentov tekhnicheskogo vuza]. *Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom* [Professional education in Russia and abroad]. 2014. № 3 (15). P. 121–125.
3. Elakhovskiy D. V., Malinenko I. A. *Fizicheskie osnovy arkhitekturnoy klimatologii* [Physical basis for building climatology]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2008. 192 p.
4. Elakhovskiy D. V., Malinenko I. A. *Fizicheskie osnovy arkhitekturnoy akustiki* [Physical basis for architectural acoustics]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2008. 130 p.
5. Elakhovskiy D. V., Malinenko I. A. *Fizicheskie osnovy stroitel'noy svetotekhniki* [Physical basis for light engineering]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2013. 48 p.
6. Kurgaeva N. E., Tkacheva T. M. Engineer's competences development In the process of physical tasks solving [Formirovanie kompetentsiy inzhenera v protsesse resheniya zadach po fizike]. *Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii "Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya"* [Proc. 12th Inter. conf. "Physics in the system of modern education"]. Petrozavodsk, 2013. Vol. 1. P. 149–153.
7. Proklova V. Yu. Professional orientation of teaching physics to students of engineering [Professional'naya napravlenost' obucheniya fizike pri podgotovke studentov tekhnologicheskogo profilya]. *Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii "Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya"* [Proc. 12th Inter. conf. "Physics in the system of modern education"]. Petrozavodsk, 2013. Vol. 1. P. 170–173.
8. Remizov A. N. *Meditinskaya i biologicheskaya fizika* [Medical and biological physics]. Moscow, Drofa Publ., 2010. 558 p.
9. Remizova T. N. Increasing students' positive motivation [Formirovanie polozhitel'noy motivatsii k obucheniyu u studentov]. *Nauka i obrazovanie* [Scientific research in education]. 2010. № 1. P. 27–38.
10. Shishelova T. I. Specificity of organization of laboratory work while teaching optics to undergraduate students in civil engineering [Osobennosti provedeniya fizicheskogo praktikuma po optike po napravleniyu bakalavriata "stroitel'stvo"]. *Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii "Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya"* [Proc. 12th Inter. conf. "Physics in the system of modern education"]. Petrozavodsk, 2013. Vol. 1. P. 206–207.

Поступила в редакцию 19.01.2015