

## ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СТРОИТЕЛЬСТВО» В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*Л. А. Ларченкова, Н. А. Леонова*

### **Аннотация**

*Введение.* Профессия инженера сегодня очень популярна, а самым востребованным на рынке труда является инженер-строитель. Инженерные направления подготовки популярны и у абитуриентов, именно поэтому многие образовательные организации открыли у себя подобные направления обучения. Например, по направлению подготовки «Строительство» обучение проводят профильные, политехнические и классические университеты. Современной России нужны не просто специалисты, обладающие необходимым объемом профессиональной информации, а инженеры, имеющие фундаментальные знания и способные к изобретательской деятельности. Изучение физических законов формирует фундаментальные знания и профессиональные компетенции. В связи с этим возникает необходимость проанализировать содержание курса физики по данному направлению в различных вузах.

*Материалы и методы.* Объектом исследования стал процесс подготовки инженеров-строителей в СПбПУ, СКФУ, НИУ МГСУ, СПбГАСУ и Санкт-Петербургском горном университете. Был проведен сравнительный анализ рабочих программ по дисциплине «Физика», опубликованных на официальных сайтах перечисленных вузов. Особое внимание было уделено организации лабораторного практикума по физике. При выполнении лабораторных работ будущие инженеры приобретают опыт работы с реальными приборами, у студентов формируются необходимые профессиональные компетенции.

*Результаты.* В результате сравнительного анализа были выявлены существенные различия в организации учебного процесса по физике. Прежде всего, не соблюден баланс между фундаментальными разделами и профессионально значимыми темами. Также при проведении лабораторного практикума по физике в ряде вузов используют компьютерные модели, отсутствуют реальные приборы и элементы натурного эксперимента. В статье показана необходимость в актуализации содержания и выделены принципы построения лабораторного практикума для будущих инженеров-строителей.

*Заключение.* Современный физический практикум должен включать натурный эксперимент, рассматривать профессионально важные физические явления. Актуализированный лабораторный практикум в курсе физики или в форме спецкурса повышает профессиональный уровень будущего инженера.

**Ключевые слова:** Физический практикум, принципы актуализации, натурный эксперимент, профессиональные компетенции, профессиональные качества личности, техническое мышление

## PRINCIPLES OF SHAPING THE CONTENT OF PRACTICAL TRAINING IN PHYSICS IN CIVIL ENGINEERING PROGRAMS

*L. A. Larchenkova, N. A. Leonova*

### **Abstract**

*Introduction.* The engineering profession is highly popular today, and civil engineering is one of the most in-demand fields in the labor market. Engineering programs attract many applicants, which is why a variety of universities offer such programs — for example, civil engineering programs are available

at specialized, polytechnic and classical universities. Modern Russia requires not only specialists who have acquired the necessary professional knowledge, but engineers who possess a solid fundamental background and are capable of innovative activity. The study of physical laws provides both fundamental knowledge and essential professional competencies. Therefore, it is necessary to analyze the content of physics courses within engineering programs across different universities.

*Materials and Methods.* This study examines the training of civil engineers at universities including SPbPU, SKFU, NRU MGSU, SPbGASU, and SPMU. A comparative analysis of physics syllabi available on the official university websites was conducted. Particular attention was paid to the organization of laboratory practical training, as laboratory work enables future civil engineers to gain hands-on experience with real equipment and develop essential professional competencies.

*Results.* The analysis revealed significant differences in the teaching of physics. First, there is an imbalance between fundamental sections and profession-related topics. Additionally, some universities rely on computer models for laboratory practical training, lacking access to real devices and full-scale experimental setups. The study highlights the need to update laboratory training for future civil engineers and identifies key principles for its organization.

*Conclusions.* Modern practical training in physics should incorporate full-scale experiments and focus on professionally relevant physical phenomena. An updated laboratory component, either as part of a physics course or as a separate specialized course, is expected to enhance the professional competence of future engineers.

**Keywords:** physics laboratory practice, principles for updating practical training, full-scale experiments, professional competencies, professional qualities, technical thinking

## Введение

Рыночная экономика исчерпала резервы роста и привела к необходимости построения новой модели развития страны, к «Новой индустриализации» — восстановлению, динамического наверстывания и опережающего развития материально-технической базы национальной экономики. Обучающимся сегодня в технических вузах предстоит начинать свою профессиональную деятельность уже в новых условиях. «Выдержать конкуренцию, найти, удержать и развивать конкурентные преимущества инженерный корпус Новой Индустриализации сможет, формируясь и развиваясь по модели “широта профессиональных компетенций + глубокие” узкопрофессиональные знания и компетенции + готовность к «перенастройке», перепрофилированию» (Сигов, Сидорин 2021).

Рассматривая профессиональную деятельность современного инженера-строителя и сравнивая ее цели и задачи с теми, которые решались в начале прошлого века, следует отметить, что по сути они не изменились. Инженер, по-прежнему, проектирует, строит

и обслуживает промышленные и гражданские объекты, но используя другие технологии: от панельного переходят к монолитному и высотному строительству. Профессиональная задача инженера при использовании этой технологии — контроль сборки сооружения из готовых панелей по типовым проектам. Монолитные и высотные технологии реализуют оригинальные архитектурные решения на уникальной территории, используя многообразие возможных строительных материалов. Инженер-строитель отвечает за разработку и реализацию проекта, контроль качества работ, соблюдение сроков и бюджета, поэтому он должен иметь глубокие знания в области физики, химии, математики, экономики.

Кардинально изменился и инструментальный аппарат. На помощь строителю приходят BIM-технологии и искусственный интеллект. С помощью BIM-технологий создается информационная модель с полной характеристикой всех инженерных систем. Искусственный интеллект помогает не только точнее планировать, проектировать и строить, но и эффективнее эксплуатировать здания и объекты инфраструктуры. Современный

инженер должен не только обладать профессиональными знаниями, компетенциями, разбираться в вопросах эксплуатации, ремонта и модернизации объектов, но и знать цифровые технологии, уметь работать с базами данных, разрабатывать алгоритмы, анализировать созданные цифровые модели. «Он должен не просто знать основы проектирования, но и уметь осуществлять эту проектную деятельность с целью изобретения, направленного не просто на улучшение какого-либо механизма, а на повышение эффективности всего производственного процесса» (Хасанова, Валеева 2014).

Таким образом, «Новая Индустриализация», «цифровая экономика» ставят перед инженерным сообществом ряд новых дополнительных профессиональных требований:

1. Умение видеть весь производственный процесс от поставленной цели до конечного результата, то есть понимать и знать принципиальные основы производственных технологий.
2. Способность к ведению рационализаторской и изобретательской деятельности, необходимых для интенсификации производственных процессов.
3. Умение использовать возможности искусственного интеллекта для создания цифровых моделей производственных процессов.
4. Готовность к переходу от решения одной профессиональной задачи к другой в условиях нештатной ситуации (профессиональная мобильность).
5. Обладание эмоциональным интеллектом и развитыми коммуникативными навыками.

Конкуренция на рынке труда не дает выпускнику технического вуза длительного времени для адаптации и комфортного вхождения в профессиональную деятельность. Он должен сразу уметь и знать современный производственный процесс и быть способным быстро осваивать технологии будущего. В связи с этим необходимо уже сейчас учитывать перспективные профессиональные

требования к инженеру в содержании профессионального образования.

Таким образом, в существующем профессиональном пространстве инженер должен не просто знать физику, математику, а обладать фундаментальными знаниями и уметь использовать полученные знания в новых условиях. Кроме того, он должен использовать комплекс технических знаний и умений для осознания сущности технических систем и быстрой ориентации в технических вопросах, то есть обладать развитым техническим мышлением. В этих условиях качество физико-математического образования является стратегическим фактором развития государства (Распоряжение Правительства Российской Федерации... 2024).

#### **Анализ проблемы практической подготовки будущих инженеров-строителей**

Подготовка инженеров по направлению «Строительство» сегодня осуществляется в федеральных, профильных и в политехнических вузах. Курс физики, который студенты изучают на младших курсах, формирует основу для изучения профессиональных дисциплин и служит фундаментальной основой инженерного образования. При этом она призвана формировать как общие, так и профессиональные компетенции.

Проанализируем с этой позиции обучение физике в различных вузах, осуществляющих подготовку строительных инженеров. Для анализа содержания мы использовали рабочую программу дисциплины «Физика» по направлению 08.03.01 «Строительство», утвержденную в 2024 г. и опубликованную на официальном сайте рассматриваемого вуза в разделе «Образовательная деятельность вуза».

В поле нашего исследования вошли следующие вузы:

1. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ).
2. Северо-Кавказский федеральный университет (СКФУ).

3. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ).
4. Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ).
5. Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II (Санкт-Петербургский горный университет).

Предметом анализа стало содержание дисциплины «Физика» или «Общая физика», которая изучается студентами на первом и втором курсе, а целью исследования — выявление особенностей учета профессиональных запросов в ее содержании (табл. 1).

Изучение содержания рабочих программ по физике в выделенных вузах демонстрирует следующие проблемы:

1. В профильных образовательных учреждениях (СПбГАСУ, НИУ МГСУ, Санкт-Петербургский горный университет) общий курс физики не превышает 9 зачетных единиц и сильно ориентирован на решение практических задач. «Для сравнения, в 70-е гг. прошлого века минимум объема курса физики для всех технических специальностей жестко устанавливался в количестве 272 часов аудиторных занятий. С переходом

на ФГОС тенденция к сокращению объема часов аудиторных занятий по курсу физики сохранилась. Возрастает диспропорция между растущим объемом новой информации в области физики, с которой необходимо знакомить студентов, с сокращением времени на освоение учебного курса» (Ан, Соколов 2015).

В СПбПУ объем курса физики несколько больше, чем в других рассматриваемых вузах (10 зачетных единиц), при этом теоретическое содержание курса физики характеризуется большей ориентацией на фундаментальность и одинаково для всех направлений подготовки. Однако универсальность курса снижает мотивацию студентов к дальнейшему обучению, так как в нем недостаточно практических приложений курса физики, связанных с профессиональной направленностью. В результате студент, изучающий физику на первых курсах, зачастую не понимает, как в дальнейшем он сможет использовать эти знания в специальных дисциплинах.

2. Необходимость вписаться в определенное количество зачетных единиц приводит к ликвидации некоторых учебных тем по физике. Например, в программе курса физики

Таблица 1

**Сравнительный анализ наполнения рабочей программы по дисциплине «Физика»  
по направлению 08.03.01 «Строительство»**

Table 1

**Comparative analysis of physics syllabi on civil engineering programs  
(field of study 08.03.01 Construction)**

Образовательные организации					
	СПбПУ	СКФУ	СПбГАСУ	НИУ МГСУ	Санкт-Петербургский горный университет
Общая трудоемкость (зач. ед.)	10	8	7	6	9
Семестры	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	3, 4
Лекции (ак. часов)	90	34	48	32	60
Лабораторные работы (ак. часов)	32	34	32	32	30
Практические занятия (ак. часов)	60	34	32	32	60

Северо-Кавказского федерального университета нет таких тем, как «Поляризация света», «Основы квантовой оптики», «Элементы физики атома». Однако без изучения этих тем инженеры не смогут понять принципы работы устройств: пиromетров, тепловизоров, волоконнооптических датчиков температуры, оптических квантовых генераторов, которые используются в строительстве и которыми должен уметь грамотно пользоваться каждый инженер. Такой подход к изучению физики впоследствии неизбежно будет сказываться в профессиональной деятельности выпускника инженерного вуза.

Наличие в учебных планах специальных дисциплин, завершающих изучение физики, не спасает положение. В силу недостаточной преемственности между физикой и этими дисциплинами, как временной, так и содержательной, знания, которые студенты получают из курса физики, не используются при изучении профессиональных дисциплин, а профессиональные дисциплины не имеют достаточной теоретической и практической опоры.

Например, дисциплина «Строительная физика» в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете включает профессионально важные разделы, такие как «Влажность», «Тепловые явления», «Акустика», «Фотометрия». Однако темы «Реальные газы», «Волновые явления» не рассматриваются, что нарушает логику курса физики.

Еще одним примером может служить дисциплина «Архитектурная физика», которая входит в учебный план подготовки 07.03.03 «Дизайн архитектурной среды». Ее содержание основывается на фундаментальных закономерностях физики — природе электромагнитного излучения, тепловых явлениях. Однако студенты, обучающиеся по этому направлению, вообще не изучают общий курс физики. Кроме того, физика не входит в перечень вступительных испытаний при поступлении на это направление, поэтому можно предположить, что студенты, приступающие к освоению «Архитектурной физики»,

не обладают необходимыми базовыми физическими знаниями. Например, получается, что будущие архитекторы должны моделировать инсоляцию, однако при этом не знают законы геометрической оптики и не имеют представления об aberrации оптических систем. Недостаток физических знаний неизбежно влияет на результаты дальнейшего обучения и профессиональную подготовку.

Таким образом, можно видеть, что отсутствие или дефекты фундаментальной подготовки по физике ограничивают профессиональные возможности выпускника технического вуза, поскольку снижают уровень готовности к комплексному решению инженерных задач.

3. Рабочая программа дисциплины «Физика» традиционно включает лекции, семинары и лабораторный практикум, цель которого для инженерных специальностей — связать теоретические основы физической науки с их практическим применением, познакомить с современными приборами и показать многообразие методов измерения физических величин. Именно при выполнении лабораторных работ студенты технического вуза должны приобретать практический значимый опыт экспериментальной работы и необходимые профессиональные компетенции.

Содержание существующих лабораторных практикумов различных вузов для всех имеющихся направлений подготовки включает практически одинаковый набор лабораторных работ:

- изучение способов измерений физических величин и работы измерительных приборов;
- измерение фундаментальных постоянных (скорости света, постоянной Больцмана и других);
- исследование физических моделей (твердого тела, физического маятника, интерферометра).

Организован практикум в современных технических вузах по-разному:

- «классический лабораторный» практикум с натурным экспериментом,

- который включает подготовленные экспериментальные установки. Студенты по группам проводят измерения физических величин и обрабатывают полученные результаты (Кулиш 2004);
- компьютерные или виртуальные лабораторные работы, в которых используется компьютерное моделирование различных физических экспериментов. Студенты работают индивидуально на компьютере с программами, имитирующими реальные процессы. Результаты, полученные в ходе работы, обрабатываются либо вручную, либо с помощью специальных математических приложений (Стригин 2009);
  - лабораторный практикум с удаленным доступом управления — новые технологии, в которых интегрированы реальные приборы и информационные технологии (Фомичева 2022);
  - лабораторные работы с применением VR-шлема. В них используются модели реальных процессов в виртуальном пространстве (Бадзюк и др. 2024).

Следует отметить, что организация занятий лабораторного практикума с применением компьютерных технологий существует не только в учебном процессе по курсу «Физика», но и на занятиях по специальным дисциплинам. Лабораторные эксперименты становятся более доступными, появляется возможность использовать их в рамках сетевого взаимодействия в другом вузе другого региона. Студенты одного вуза выполняют лабораторные работы, разработанные в другом. Однако при всех имеющихся достоинствах и перспективах дальнейшего развития компьютерного практикума по курсу физики есть существенный фактор, который снижает уровень подготовки будущего инженера. Компьютерные модели позволяют сформировать профессиональные компетенции: как провести измерения и сколько их необходимо, но не учат работать в другой ситуации, когда невозможно выполнить эксперимент по методическим указаниям или

применить готовую инструкцию или технологическую карту.

К сожалению, учебное время на проведение практикумов также подверглось неоднократному сокращению.

4. В качестве рекомендованной литературы предлагаются переизданные классические учебники авторов: Д. В. Сивухин, А. Н. Матвеев, И. В. Савельев, И. Е. Иродов. Несмотря на проверенное временем качество этих учебников, следует заметить, что в фундаментальных библиотеках вузов сегодня имеется большой выбор и других учебных пособий по физике, адаптированных под новые стандарты учебного времени.

Проведенный анализ показывает, что оптимизация содержания курса физики, учитывая необходимый баланс между фундаментальной и прикладной подготовкой, является насущной задачей современного инженерно-строительного образования.

### Методы решения проблемы

Опираясь на требования, предъявляемые к современному инженеру, мы выделили следующие принципы, которые могут быть положены в основу оптимизации обучения физике при его подготовке.

- 1) принцип фундаментальности: нельзя исключать «непрофессиональные разделы физики», так как производственные технологии становятся все более наукоемкими;
- 2) принцип профессионального наполнения: содержание курса физики должно учитывать специфику будущей профессиональной деятельности и иллюстрироваться профессиональными примерами;
- 3) принцип преемственности: реализация как внутрипредметных, так и межпредметных связей должна позволить исключить дублирование учебного материала и формировать целостное представление о физической картине мира;
- 4) принцип экспериментальности: в обучении должен быть предусмотрен большой объем экспериментальной деятельности, позволяющей будущему инженеру

накопить реальный разнообразный опыт работы с различными измерительными приборами и установками.

Физический практикум для студентов инженерного профиля должен проходить с реальными приборами или с использованием удаленного доступа управления (Стригин 2009). Виртуальные лабораторные работы допустимо использовать в целях обеспечения безопасности, например, при изучении раздела «Ядерная физика» (Потапова и др. 2022).

Обучение физике, построенное на основе выделенных принципов, будет создавать прочную фундаментальную базу для формирования профессиональных знаний и компетенций.

Рассмотрим с этих позиций особенности оптимизации лабораторного практикума по физике для будущих инженеров, которая диктуется не только снижением количества отводимого на него учебного времени. В новых условиях должна поменяться идеология, связанная именно с получением практических навыков выпускников.

Молодой инженер приходит на современное производство, оснащенное реальными приборами — гигрометрами, дальномерами, люксметрами, манометрами, мультиметрами и пр., имея довольно упрощенный и рафинированный опыт работы с ними. При этом главная опасность заключается не столько в том, что у молодого инженера недостаточно практических навыков, сколько в том, что он не знает, что делать, если возникла какая-либо неисправность или нештатная ситуация, а производственную задачу решить нужно. Поэтому будущему инженеру в процессе обучения в техническом вузе важно приобрести как «успешный», так и «неуспешный» опыт работы с реальными современными приборами, изучив максимальное количество возможных вариантов их функционирования. Под «неуспешным опытом» мы понимаем способность будущих инженеров выполнять экспериментальные задания альтернативным способом и оценивать полученный результат.

Оптимизация лабораторного практикума для инженеров в рамках общего курса физики в инженерных вузах требует учета особенностей регламента учебного процесса вуза.

Продемонстрируем, как решается эта проблема в СПбПУ. Учебная лаборатория по физике в СПбПУ разделена на залы по разделам курса физики: «Механика», «Электрические и магнитные явления», «Оптика и атомная физика». В одном зале выполняют физические эксперименты студенты, обучающиеся по различным образовательным программам. Проблема профилизации практикума может быть решена за счет факультативов и дисциплин по выбору. Например, программа факультатива «Физический практикум для строителей» рассчитана на 72 аудиторных часа, реализуется во втором семестре и затрагивает вопросы из всех разделов курса физики (табл. 2).

«Физический практикум для строителей» в инженерном вузе создает условия для формирования профессиональных компетенций и включает элементы натурного эксперимента с реальными приборами.

В данном практикуме:

1. Студенты исследуют фундаментальные законы физики, например принцип сохранения (энергии, импульса).
2. Студентам демонстрируется практическая значимость физических закономерностей в инженерной деятельности.
3. Содержание практикума согласовано как с общеобразовательными дисциплинами — высшей математикой и химией, так и со специальными — метрологией и материаловедением.
4. Студенты приобретают опыт экспериментальной работы.

У будущего инженера-строителя при выполнении данного лабораторного практикума формируются навыки работы с физическими приборами, которые используются в строительных технологиях для контроля качества материалов, измерения и обеспечения безопасности технологических процессов. Например:

Таблица 2

## Примерное содержание факультативного курса «Физический практикум для строителей»

Table 2

## The approximate content of the elective course Physics Laboratory for Civil Engineering Students

Название лабораторной работы	Понятия, которые формируются в ходе работы	Профессиональное значение
«Исследование прецессии свободного гироскопа»	Формирует представления студентов: — о вращательном движении, — законе сохранения момента импульса, — следствиях законов Ньютона, — инерциальных системах отсчета	Гироскопические методы исследования используются в строительстве туннелей, шахт, метро
«Определение вязкости жидкости по скорости истечения через капилляр»; «Определение вязкости воздуха по скорости истечения через тонкие трубы»; «Измерение теплопроводности воздуха при различных давлениях»	Формируется представление о явлениях переноса	Используется в технологии строительных работ для расчета теплофизических характеристик конструкций и тепловой защите зданий и сооружений
«Вычисление модуля упругости»; «Исследование закона Гука»	Формируются представления о деформации	Используется для проектирования деформационных швов в зданиях и дорожных покрытиях
«Исследование термических эффектов, возникающих при упругих деформациях»	Формируются представления о деформации и тепловых процессах	Используется для проектирования деформационных швов в зданиях и дорожных покрытиях
«Измерение скорости ультразвука в жидкостях»	Формирует представление об акустических волнах и их характеристиках	Ультразвуковые методы используются для обследования зданий и сооружений
«Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения жидкости от температуры»	Формируются представления о поверхностном натяжении, явлениях смачивания и несмачивания	Используется для повышения эффективности отделочных работ
«Измерения показателей преломления жидкостей»	Формирует представления о законах геометрической оптики и оптических явлениях	Используется для расчета энергоэффективности зданий и сооружений

- плотномер — применяется для определения плотности дорожного покрытия, его принцип работы основан на действии выталкивающей силы и взаимосвязи массы и плотности;
  - тензодатчики — создают деформацию и определяют механическое напряжение, преобразуют деформацию в электрический сигнал;
  - ультразвуковые датчики — используются для определения дефектов фундаментов, в основе их работы лежит принцип отражения акустических волн.
- Таким образом, в ходе «Физического практикума для строителей» студенты получают не только знания о физических явлениях, но и необходимые представления о физических принципах работы приборов,

используемых в строительстве, а выполняя практические задания в курсе специальных дисциплин, приобретают необходимые навыки. Выполнение лабораторных работ с использованием реального измерительного оборудования, применяемого в строительстве, позволяют будущему инженеру приобрести разнообразный опыт работы.

Описываемый практикум был реализован в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого в 2020 г. в одной из групп Инженерно-строительного института численностью 40 человек. Преподаватели специальных дисциплин отмечали, что после практикума на протяжении всего последующего времени обучения студенты этой группы демонстрировали более высокую профессиональную мотивацию и академическую успешность.

### Заключение

Современное инженерное образование должно сочетать теорию и практику, готовить специалистов не только с технически-

ми знаниями, но и с широким кругозором, способных создавать инновации и отвечать на вызовы будущего. Современные производственные технологии базируются на отраслевой интеграции, поэтому система профессиональной подготовки должна формировать у обучающихся фундаментальные знания. Физическое образование будущих инженеров имеет важное стратегическое значение для развития науки и производства, а естественно-научное мировоззрение и физическая картина мира являются основой для формирования профессиональных компетенций. В системе инженерной подготовки по направлению «Строительство» следует уделять внимание организации лабораторного практикума по физике. Физический практикум в рамках курса «Общей физики» или в форме спецкурса, основанный на принципах фундаментальности и экспериментальности, профессионального наполнения, преемственности позволит будущему инженеру повысить свой образовательный и профессиональный уровни.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ан, А. Ф., Соколов, В. М. (2015) Оценка уровня подготовленности по физике в техническом вузе. *Наука и Образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана*, № 2, с. 286–307.
- Бадзюк, И. Л., Копылова, Е. В., Серебренников, И. Н. (2024) Возможность применения технологий виртуальной реальности при изучении дисциплины «Физика». В кн.: *Подготовка кадров для силовых структур: современные направления и образовательные технологии. Материалы XXIX Всероссийской научно-методической конференции*. Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД России, с. 9–12.
- Земляной, К. Г. (ред.). (2022) *Метрология, стандартизация и сертификация*. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 235 с.
- Кулиш, А. А. (ред.). (2004) *Физика. Методические указания к комплексу лабораторных работ по физике для студентов-заочников (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, колебания и волны, оптика)*. Владимир: Владимир. гос. ун-т, 108 с.
- Потапова, М. В., Кочергина, Н. В., Герасимова, Э. О. (2022) Основные подходы к проведению лабораторного практикума по общей физике в техническом вузе. *Мир науки, культуры, образования*, № 4 (95), с. 146–150.
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 ноября 2024 г. № 3333-р. (2024) [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411230014?ysclid=mgi012h8j5486838250> (дата обращения 17.02.2025).
- Сигов, А. С., Сидорин, В. В. (2012) Требования к инженерам в условиях новой индустриализации и пути их реализации. *Инженерное образование*, № 10, с. 80–91.
- Стригин, Е. Ю. (2009) Лабораторный практикум с удаленным доступом как средство нового уровня сетевых компьютерных технологий обучения физике. *Вестник Ставропольского государственного университета*, № 2, с. 181–186.
- Фомичева, Е. Е. (2022) Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике. *Мир науки, культуры, образования*, № 1 (92), с. 64–69.

Хасанова, Г. Б., Валеева, Н. Ш. (2014) Трудоустройство выпускников инженерных вузов: трудности и пути их преодоления. *Вестник Казанского технологического университета*, т. 17, № 5, с. 350–353.

## REFERENCES

- An, A. F., Sokolov, V. M. (2015) Otsenka urovnya podgotovlennosti po fizike v tekhnicheskem vuze [Assessing the level of preparedness in physics at a technical university]. *Nauka i Obrazovanie. MGTU im. N. E. Baumana*, no. 2, pp. 286–307. (In Russian)
- Badzyuk, I. L., Kopylova, E. V., Serebrennikov, I. N. (2024) Vozmozhnost' primeneniya tekhnologij virtual'noj real'nosti pri izuchenii distsipliny "Fizika" [The possibility of using virtual reality technologies in studying the discipline "Physics"]. In: *Podgotovka kadrov dlya silovykh struktur: sovremennye napravleniya i obrazovatel'nye tekhnologii. Materialy XXIX Vserossijskoj nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Training of personnel for law enforcement agencies: modern trends and educational technologies. Proceedings of the XXIX All-Russian scientific and methodological conference]. Irkutsk: East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia Publ., pp. 9–12. (In Russian)
- Fomicheva, E. E. (2022) Virtual'nye laboratornye raboty v distantsionnom obuchenii fizike. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The World of Science, Culture and Education*, no. 1 (92), pp. 64–69. (In Russian)
- Khasanova, G. B., Valeeva, N. Sh. (2014) Trudoustrojstvo vypusknikov inzhenernykh vuzov: trudnosti i puti ikh preodoleniya [Employment of engineering graduates: challenges and ways to overcome them]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, vol. 17, no. 5, pp. 350–353. (In Russian)
- Kulish, A. A. (ed.). Fizika. Metodicheskie ukazaniya k kompleksu laboratornykh rabot po fizike dlya studentov-zaochnikov (mekhanika, molekulyarnaya fizika, elektrичество i magnetizm, kolebaniya i volny, optika) [Physics. Guidelines for a set of laboratory work in physics for correspondence students (mechanics, molecular physics, electricity and magnetism, oscillations and waves, optics)]. Vladimir: Vladimir State University Publ., 108 p. (In Russian)
- Potapova, M. V., Kochergina, N. V., Gerasimova, E. O. (2022) Osnovnye podkhody k provedeniyu laboratornogo praktikuma po obshchej fizike v tekhnicheskem vuze [Basic approaches to conducting laboratory practical training in general physics at a technical university]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The World of Science, Culture and Education*, no. 4 (95), pp. 146–150. (In Russian)
- Rasporyazhenie pravitel'stva Rossiijskij Federatsii ot 19 noyabrya 2024 g. № 3333-r* [Order of the Government of the Russian Federation of November 19, 2024, No. 3333-r]. (2024) [Online]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411230014?ysclid=mgi012h8j5486838250> (accessed 17.02.2025). (In Russian)
- Sigov, A. S., Sidorin, V. V. (2012) Trebovaniya k inzheneram v usloviyakh novoj industrializatsii i puti ikh realizatsii [Requirements for engineers in the context of new industrialization and ways of their implementation]. *Inzhenernoe obrazovanie — Engineering Education*, no. 10, pp. 80–91. (In Russian)
- Strigin, E. Yu. (2009) Laboratornyj praktikum s udalennym dostupom kak sredstvo novogo urovnya setevykh kom'yuternykh tekhnologij obucheniya fizike [Laboratory practical training with remote access as a means of a new level of network computer technologies for teaching physics]. *Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 2, pp. 181–186. (In Russian)
- Zemlyanoj, K. G. (ed.). (2022) *Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya* [Metrology, standardization and certification]. Ekaterinburg: Ural Federal University Publ., 235 p. (In Russian)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ЛАРЧЕНКОВА Людмила Анатольевна — *Ludmila A. Larchenkova*

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия.

Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, Russia.

SPIN-код: 2151-1970, Scopus AuthorID: 57189990157, ORCID: 0000-0002-5353-938X, e-mail: [llarchenkova@herzen.spb.ru](mailto:llarchenkova@herzen.spb.ru)

Член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, заведующий кафедрой методики обучения физике.

**ЛЕОНОВА Наталья Алексеевна** — *Natalia A. Leonova*

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия.  
St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia.

SPIN-код: [9842-7255](#), Scopus AuthorID: [57206719939](#), ORCID: [0000-0003-2997-0214](#), e-mail: [n\\_leonova\\_72@mail.ru](mailto:n_leonova_72@mail.ru)

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики и технической химии.

**Поступила** в редакцию: 27 мая 2025.

**Прошла** рецензирование: 7 июля 2025.

**Принята** к печати: 30 сентября 2025.