

ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Двухсеместровый курс общей физики для бакалавров в техническом университете

Переслегин Сергей Борисович – директор, Центр экономики знаний. E-mail: 03cshalot@mail.ru
Международный научно-исследовательский институт проблем управления, Москва, Россия
Адрес: 117312, г. Москва, Проспект 60-летия Октября, 9

Королёв Александр Александрович – канд. физ.-мат. наук, доцент. E-mail: korolev3010@mail.ru

Курашова Светлана Александровна – ст. преподаватель. E-mail: sakurashova@yandex.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

Адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49

***Аннотация.** В статье рассматриваются две важнейшие проблемы в преподавании курса общей физики для студентов ИТ-направлений в техническом университете: вынужденное изменение структуры и содержания курса из-за сокращения времени, отводимого на его изучение с трёх до двух семестров, и неоднородная подготовка абитуриентов из-за того, что при зачислении в вуз не учитываются результаты ЕГЭ по физике.*

Анализируется опыт учебного центра физики в Университете ИТМО в Санкт-Петербурге по проведению дополнительных консультаций по материалам школьной программы и по разработке и использованию электронных образовательных материалов. Отмечается актуальность концентрических по своей структуре курсов, созданных коллегами из других вузов. Предлагается организовывать обучение первокурсников по различным образовательным траекториям в зависимости от их стартовой подготовки.

При пересмотре структуры и содержания курса важно сохранить его полноту и мировоззренческую ценность. Предлагается следующая схема построения курса: элементарная физика как аксиоматическая наука, статистическая физика, квантовая физика, квантовая теория поля (общие представления). Обсуждается структура каждого из этих модулей.

Анализируется опыт разработки и использования в Университете ИТМО электронных образовательных материалов: лекционных презентаций, электронных конспектов лекций и практических занятий. Отмечается неоднородное восприятие аудиторией электронных ресурсов, хотя в целом элементы e-Learning позволяют в значительной мере компенсировать дефицит аудиторного времени, вызванного изменением программы. Причина, по-видимому, кроется в психологической неготовности ряда студентов к переходу на смешанное обучение. Подчёркивается, что разработка материалов для оценивания успеваемости студентов и их итоговой аттестации при использовании смешанного курса является принципиально новой и трудоёмкой задачей, отмечается предпочтительность классического очного экзамена. Авторы считают целесообразным сохранить традиционную схему изложения курса физики в техническом университете.

Ключевые слова: высшее техническое образование, преподавание физики, двухсеместровый курс физики, онлайн-обучение, разработка образовательных материалов, контроль качества дистанционного образования, оценивание и аттестация, тьюторство, обучение в течение всей жизни

Для цитирования: Переслегин С.Б., Королёв А.А., Курашова С.А. Двухсеместровый курс общей физики для бакалавров в техническом университете // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 8-9. С. 91–99.

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-8-9-91-99>

Введение

В настоящее время перед российской экономикой стоит невероятная по сложности задача. Для того чтобы занимать достойное место в мире, необходимо фактически перешагнуть через пятый технологический уклад. Решение данной задачи требует в том числе своевременной подготовки кадровых ресурсов. Специалисты в области геномной инженерии, наноэлектроники и нанофотоники, мембранных и квантовых технологий не смогут появиться на рынке труда без целенаправленного и своевременного реформирования образования.

Развитие науки и технологий значительно увеличило объём знаний из области узкой специализации, которые студенты должны освоить в процессе профессиональной подготовки. Досадно, что при этом роль общеобразовательных дисциплин стала отступать на второй план. А ведь именно они в первую очередь способствуют формированию целостного научного мировоззрения (в форме картины мира). Поскольку современное школьное, да и вузовское образование построено в технологической и менеджерской парадигме, возникает соблазн транслировать самые минимальные представления о законах, управляющим миром природы. В этой связи важно подчеркнуть, что правильно сформированные онтологические (натурфилософские) взгляды поддерживают и систему предметных знаний, и систему ценностей специалиста. Заметим, что общество потребления не приветствует естественнонаучную грамотность обывателей, так как она способствует критическому отношению к рекламе и сокращает тем самым объёмы продаж. Это особенно ярко проявляется в фармакологической индустрии, где пользователей постоянно вынуждают переплачивать за всё новые и новые лекарственные средства, которые ничем принципиально не отличаются от старых, гораздо более дешёвых. Человек, обладающий научными познаниями о мире живой природы и технической среде, менее охотно верит в рекламные трю-

ки, не тратит деньги на продукты, единственным достоинством которых является их якобы «натуральность», не покупает гибридные автомобили, понимая, что два мотора (электрический и бензиновый) занимают вдвое больше места, увеличивают стоимость и уменьшают тяговооружённость. Его трудно заставить приобрести новый гаджет, если старый удовлетворяет всем необходимым требованиям.

В профессиональной среде такой человек незаменим: он способен быстрее адаптироваться к изменяющимся техническим и технологическим условиям на производстве, понимая и принимая перспективные изменения и отказываясь от бесполезных «инноваций», он может правильно выбрать и освоить актуальные для его должности варианты дополнительного образования и самоподготовки. Таким образом, важнейшей задачей естественнонаучной подготовки в техническом университете является не только обучение базовым дисциплинам, но и формирование и развитие научного мировоззрения [1; 2].

Между тем часто абитуриенты технических университетов даже не сдают ЕГЭ по физике, т.е. выбирают альтернативную информатику, справедливо полагая, что получат более высокий балл. Поэтому общеобразовательные кафедры физики вынуждены находить пути адаптации разноуровневого контингента первокурсников к сложной и интенсивной программе. Необходимо варьировать структуру и содержание образовательных курсов, исходя из целей, временных возможностей и способностей аудитории. Обсудим некоторые пути решения этих задач.

Курс физики: история и современность

Исторически курс физики строился по нескольким схемам: радиальной, концентрической и ступенчатой [3]. Первый предполагает последовательное изложение всех разделов. Он массово использовался в вузах и хорошо отвечал задачам образования до перехода на двухуровневую систему. Второй

способ изложения состоит из двух концентров: изучение материала на элементарном уровне, затем повторное изложение того же материала, но на более глубоком уровне с использованием языка высшей математики. Этот способ требует гораздо больше времени, он загромождает курс, но в современных реалиях, когда зачисление на многие технические специальности происходит без учёта результатов ЕГЭ по физике, является порой единственно возможным способом адаптировать первокурсников к учёбе в вузе. Недавно в последние годы были изданы учебники, построенные по такому принципу [4; 5]. Это позволяет вынести первую часть курса на самостоятельное изучение и тем самым дать возможность слабо подготовленным студентам компенсировать отставание от товарищей. Организация дополнительных очных занятий до начала изучения базовой программы зачастую невозможна, так как курс физики начинается с первого семестра. Проблема решается за счёт консультаций в рамках СРС, проводимых в вечернее время, параллельно с лекциями и практическими занятиями по основной программе.

Ступенчатый курс объединяет радиальную и концентрическую схемы изложения. От радиальной он берёт систематичность изложения, от концентрической – учёт особенностей аудитории. Впервые этот курс был предложен А.В. Цингером в 1911 г. Подобное изложение курса более ста лет применяется в средней школе, однако переход на новые стандарты образования привёл к перераспределению материала между классами и не в лучшую сторону повлиял на результаты подготовки выпускников средней школы.

В вузе в силу ограниченности времени, отводимого на изучение предмета, массово используется радиальный курс. Эта практика отлично оправдывала себя в советское время, однако не исключено, что вскоре возникнет необходимость для сохранения контингента использовать параллельно различные варианты курсов. В настоящее время

в Университете ИТМО в рамках СРС проводятся дополнительные занятия по физике и математике для студентов, которые испытывают сложности с освоением материала из-за слабой подготовки в школе. Фактически это означает переход к ступенчатому курсу изложения материала, только первую ступень курса студенты выбирают по желанию, и цель её – адаптация контингента к стандартным требованиям.

Остановимся на причинах, приведших к принципиальному изменению курса – к двухсеместровой программе изложения материала. В первую очередь сказалось постоянное в течение последних 15 лет сокращение числа аудиторных часов, обусловленное новой практикой расширения полномочий руководителей образовательных программ в национальных исследовательских университетах при распределении учебной нагрузки, а также переходом на двухуровневую систему обучения при строгих санитарных нормах, ограничивающих число академических часов в неделю. В конце концов, к великому разочарованию предметников, наступило неизбежное – появилась и начала реализовываться двухсеместровая программа изложения курса физики. Поскольку надежд преодолеть эту практику пока немного, приходится адаптировать курс к сложившейся ситуации, стараясь свести к минимуму неизбежные потери в качестве образования.

Разработкой и апробацией подобного курса занимается один из соавторов этой статьи А.А. Королёв. В отличие от стандартного трёхсеместрового курса, предназначенного студентам, для которых физика может быть не только основой научного мировоззрения, но и фундаментом для освоения специальных дисциплин, двухсеместровый курс физики предназначен для студентов-бакалавров нашего университета, обучающихся по объединённой группе направлений «Компьютерные технологии». При этом в образовательном стандарте Университета ИТМО отмечено, что требования к условиям реализации и результатам освоения не могут

быть ниже соответствующих требований ФГОС ВО.

Наряду с другими инженерными общеобразовательными дисциплинами, курс физики формирует у слушателей целостную естественнонаучную картину мира, что позволяет им уверенно ориентироваться в технической среде, где, собственно, и востребованы результаты их профессиональной деятельности. Поскольку специалисты данных направлений непременно будут вовлечены в круг профессионального общения с инженерами различных специализаций, при их обучении нельзя обойтись лишь общими взглядами и определениями на понятийном уровне. Выпускники должны хорошо понимать границы применимости моделей и уметь свободно пользоваться математическим аппаратом физики.

При разработке двухсеместровой программы очень сложным оказалось согласовать по времени изложения материалы курса физики и требуемые для их понимания разделы высшей математики. Традиционно изучение и физики, и высшей математики начинается с первого семестра, а это приводит к необходимости использовать интегралы по объёму и поверхности при изучении механики, излагать теорию векторного поля при изучении электродинамики до того, как студенты освоят соответствующий материал в курсе высшей математики.

При формировании концепции двухсеместрового курса автор постарался сохранить исторически сложившуюся структуру и порядок изложения этой дисциплины. Пришлось выбирать между универсальностью и целостностью. Досадно, что при разработке учебных программ бакалавриата руководители направлений не увидели здесь противоречия – предполагалось, что возможно достижение гармонии. Универсальностью и совместимостью с другими по объёму курсами общей физики пришлось пожертвовать. Это автоматически приводит к возникновению проблем, связанных с академической мобильностью – переводом с одной специаль-

ности на другую, переводом из вуза в вуз. Многие образовательные траектории для студентов перекрываются.

Общую классическую структуру курса удалось сохранить. В первом (осеннем) семестре изучение дисциплины начинается с классической механики и молекулярной физики с термодинамикой (первый модуль) и электростатикой с током и магнитостатикой (второй модуль). Во втором семестре курс включает в себя электродинамику, колебания и волны различной природы, волновую оптику (третий модуль), элементы квантовой оптики и квантовой механики, физики атомов и молекул, физики ядра и элементарных частиц (четвёртый модуль). После каждого модуля предусмотрено рубежное тестирование в часы лекции.

Объём такой версии курса физики – 8 зачётных единиц (288 часов), т.е. по количеству часов составляет $2/3$ от стандартного объёма вузовской программы для инженеров. Курс рассчитан на два семестра (по 4 единицы, или 144 часа в каждом семестре) и состоит из лекций (32 часа в семестре), практических занятий (16 часов в семестре) и лабораторных работ (16 часов в семестре). В конце каждого семестра предполагается проведение итоговой аттестации в форме экзамена. Также в каждом семестре предусмотрено 80 часов самостоятельной работы студентов.

Анализ компетентностной модели

При разработке учебных программ руководители образовательных направлений сформировали одну и ту же компетентностную модель и для трёхсеместрового, и для двухсеместрового курса физики.

Например, в процессе обучения студент бакалавриата должен приобрести компетенцию ОПК-1. Это предполагает, что выпускник «способен применять математические и естественнонаучные и общепрофессиональные знания для понимания окружающего мира и для решения задач профессиональной деятельности». «Освоение методов естественных наук, необходимых при решении

профессиональных задач» предполагает, что выпускник должен иметь представление о наиболее общих приоритетных направлениях развития физической науки в целом и о наиболее актуальных тенденциях развития науки и технологии в своей профессиональной области. В условиях дефицита аудиторного времени руководители образовательных программ были вынуждены искать иные пути и средства для формирования данной компетенции. Так, новая программа включает в себя перечень базовых физических экспериментов, достаточных для понимания важнейших этапов истории естественнонаучного знания и основных законов классической науки, но не может обеспечить формирование представлений о достижениях, методах исследования и тенденциях развития современного научного знания.

Современная версия трёхсеместрового курса, построенная в рамках той же компетентностной модели, позволяет не только изложить основные мировоззренческие концепции, но и уделить время анализу приоритетных направлений развития экспериментальных методов и проиллюстрировать их практическое применение. Поэтому одной из основных задач двухсеместрового курса физики авторы считают дополнение его за счёт дистанционного обучения. Это позволит расширить содержание курса, включить в него блоки с глубоким изложением разделов физики, необходимых для дальнейшего освоения узкоспециальных дисциплин, и организовать обучение бакалавров по различным образовательным траекториям.

В соответствии с ОПК-4 выпускник должен быть «способен к теоретическим и экспериментальным исследованиям в области профессиональной деятельности, включая постановку эксперимента, верификацию результатов, анализ и интерпретацию данных». В настоящий момент выполнение этой задачи кажется наиболее сложным. Создание модулей для самостоятельного изучения, посвящённым теории и технике эксперимента, дополненных информацией о

работе современных научных объединений и лабораторий с широким использованием видеофрагментов, позволит хотя бы частично решить эту проблему.

Опыт использования смешанного очно-дистанционного образования для реализации двухсеместрового курса физики

В силу ограниченности количества часов было решено поддержать данный курс элементами дистанционного обучения. Авторы этой статьи разработали и активно использовали лекционные презентации, электронный конспект лекций, электронные материалы к практическим занятиям с подробным разбором решения задач, демонстрационные варианты тестов для итоговой аттестации. Все учебные электронные материалы, а также календарно-тематический план, список рекомендованной литературы и подробный список вопросов для подготовки к экзаменам размещены на сайте studyphysics.ifmo.ru на платформе Moodle. Для организации самостоятельной работы студентов в дистанционном курсе предложен ряд практических заданий и набор учебных тестов для подготовки к экзамену. Чтобы мотивировать студентов на своевременное выполнение этих заданий, преподаватель может добавить бонусные баллы к итоговой аттестации.

Переход на смешанную форму обучения полностью оправдал себя. Интенсивность учебного процесса оказалась выше. Отметим положительные результаты при подобной организации обучения в других вузах [6; 7]. Курс доступен со смартфона, и для студентов это очень удобно. Непосредственно во время занятий можно посмотреть нужный раздел теории или описание лабораторной работы [8; 9].

Проанализируем основные трудности на пути массового перехода к смешанному обучению.

- Наличие электронного курса создаёт у студента иллюзию небольшого объёма предлагаемого материала и лёгкости его освоения. Кажется, что нет необходимости

немедленно приступить к учёбе и работать регулярно [10].

- Электронный курс превосходит обычную лекцию по яркости зрительных впечатлений, по комфорту восприятия, что не способствует напряжённой концентрации внимания, и в итоге материал запоминается хуже.

- Польза от дистанционного курса сильно зависит от индивидуальных особенностей обучающегося (в качестве необходимых условий успеха указывают на наличие хороших когнитивных способностей и желание заниматься систематически [11]); встречаются попытки разделить студентов на группы по тому, как и с какой целью они используют электронные материалы [12; 13].

- Ложная наглядность. Учащиеся наблюдают не живой эксперимент, а компьютерную модель, не всегда методически грамотно отражающую реальность [14].

- Достаточно сложно организовать эффективную дистанционную аттестацию студентов. Возможно, со временем войдёт в практику проведение экзамена в режиме видеоконференции [15], однако преимущества такой аттестации вызывают сомнения. В настоящее время в рамках смешанного курса предпочтительным остаётся очный экзамен.

Заключение

Переход на двухсеместровый курс обучения физике в техническом университете появился как результат реформирования обучения бакалавров, все участники образовательного процесса должны понимать перспективы и ограничения такой трансформации фундаментальной подготовки [16]. Выпускники будут востребованы на рынке труда, но стать специалистами широкого профиля в известном смысле слова им будет значительно сложнее. Сопровождение очного курса элементами электронного позволит несколько облегчить задачи и обучающихся, и преподающих. Однако очная составляющая курса должна всё же преобладать над дистанционной. На наш взгляд, целесообразно

организовать обучение первокурсников по различным образовательным траекториям в зависимости от степени их исходной подготовки. Это даст всем шанс на удачный старт.

Двухсеместровый курс с элементами электронного обучения, конечно, не может заменить собой стандартный курс общей физики, но позволяет всё же сформировать мировоззрение и подготовить их к работе в тесном контакте с инженерами широкого профиля. Возможно ли возвращение к полноценной классической программе курса физики для инженеров? Мы надеемся на это, пока студенты ещё могут её освоить.

Литература

1. Бражников М.А., Пурьшева Н.С. Самообразование и становление дистанционного обучения физике в России // Физическое образование в вузах. 2017. Т. 23. № 2. С. 34–50.
2. Лапаник О.Ф., Слабженникова И.М. Особенности организации учебного процесса по дисциплине “Физика” в техническом университете на современном этапе // Физическое образование в вузах. 2018. Т. 24. № 3. С. 12–22.
3. Бугаев А.И. Методика преподавания физики. Теоретические основы. М.: Просвещение, 1981. 288 с.
4. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Стифун Г.Г. Курс общей физики: В 3 кн.: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 2003.
5. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач: В 3 ч. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2013. 413 с.
6. Попов Н.И., Никифорова Е.Н. Методические подходы при экспериментальном обучении математике студентов вуза // Интеграция образования. 2018. Т. 22. № 1 (90). С. 193–206.
7. Stanojević D., Cenić D., Cenić S. Application of computers in modernization of teaching science // International Journal of cognitive research in science, engineering and education. 2018. Vol. 6. No. 2. P. 89–106. DOI:10.5937/ijcree1802089S.
8. Wu-Yuin Hwang, Yueb-Min Huang, Rustam Shadiev, Sheng-Yi Wu, Shu-Lin Chen. Effects of using mobile devices on English listening diversity and speaking for EFL elementary students // Australasian Journal of Educational Technology.

2014. Vol. 30. No. 5. P. 503–516. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.237>
9. Gary Cheng, Yuanyuan Guan, Juliana Chau. An empirical study towards understanding user acceptance of bring your own device (BYOD) in higher education // Australasian Journal of Educational Technology. 2016. Vol. 32. No. 4. P. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2792>
 10. Осипова Н.Г., Колодезная Г.В., Шевцов А.Н. О закономерностях и причинах отчислений в вузе и мотивации учебной деятельности студентов // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 6. С. 158–182.
 11. Jeanette Lyn Fung Choy, Choon Lang Quek. Modelling relationships between students' academic achievement and community of inquiry in an online learning environment for a blended course // Australasian Journal of Educational Technology. 2016. Vol. 32. No. 4. P. 106–124. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2500>
 12. Chapin L.A. Australian university students' access to web-based lecture recordings and the relationship with lecture attendance and academic performance // Australasian Journal of Educational Technology. 2018. Vol. 34. No. 5. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2989>
 13. Al-Azawei A., Parslow P., Lundqvist K. Investigation the effect of learning styles in a blended e-learning system: an extension of the technology acceptance model (TAM) // Australasian Journal of Educational Technology. 2017. Vol. 33. No. 2. P. 1–23. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2741>
 14. Ляпцев А.В. Корректность моделей мысленного эксперимента и опасность фальсификации опыта // Физическое образование в вузах. 2017. Т. 23. № 4. С. 51–60.
 15. Alonso-Díaz L., Yuste-Tosina R. Constructing a grounded theory of e-learning assessment // Journal of educational computing research. 2015. Vol. 53. No. 3. P. 315–344. DOI: [10.1177/0735633115597868](https://doi.org/10.1177/0735633115597868)
 16. Хеннер Е.К. Профессиональные знания и профессиональные компетенции в высшем образовании // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 2. С. 9–31. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2018-2-9-31>

Статья поступила в редакцию 14.03.19

После доработки 10.06.19

Принята к публикации 12.07.19

Two-Semester Physics Course for Bachelors at Technical University

Sergey B. Pereslegin – Director, Center for Knowledge Economics, e-mail: 03cshalot@mail.ru
International Research Institute for Management Problems, Moscow, Russia

Address: 9, Prospekt 60-letiya Oktyabrya, Moscow, 117312, Russian Federation

Alexander A. Korolev – Cand. Sci. (Phys. and Math.), Assoc. Prof., e-mail: korolev3010@mail.ru

Svetlana A. Kurashova – Senior Lecturer, e-mail: sakurashova@yandex.ru

Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russia

Address: 49, Kronverkskiy prosp., Saint-Petersburg, 197101, Russian Federation

Abstract. The article discusses two major problems in teaching physics for students majoring in IT at a technical university: 1) the forced change in the course structure and content due to the reduction in the time allotted for studying physics from three to two semesters, and 2) the uneven educational background of applicants, due to the fact that when entering a university, the results of the Unified State Examination in physics are not taken into account.

The article analyzes the experience of the Physics Training Center at the ITMO University in St. Petersburg on conducting additional consultations on the school curriculum materials and on the development and using of electronic educational materials. The relevance of courses that are centric in their structure, created by colleagues from the other universities, is noted. The authors propose to organize training for first-year students in various educational tracks, depending on their starting level.

The article emphasizes the importance of maintaining completeness and ideological value of the course when revising the structure and content. The following conceptual scheme of the course is proposed: elementary physics as axiomatic science, statistical physics, quantum physics, quantum field theory (general concepts).

The experience of the development and using of electronic educational materials (lecture presentations, electronic summaries of lectures and exercises) at ITMO University is analyzed. Despite the fact that, in general, e-learning elements make it possible to compensate the lack of class time caused by the program changes, students learn e-courses at different levels. It is noted that the reason, apparently, lies in the psychological unreadiness of a number of students to switch to “blended learning”. It is emphasized that in the mixed course creation the development of materials for assessing student performance and their final certification is a fundamentally new and time-consuming task, the preference is given to the traditional full-time exam. The authors consider that it expedient to preserve the traditional structure of the physics course at technical university.

Keywords: higher technical education, teaching physics, two-semester physics course, online training, e-learning, development of educational materials, quality control of distance education, assessment and certification, tutoring, lifelong learning

Cite as: Pereslegin, S.B., Korolev, A.A., Kurashova, S.A. (2019). Two-Semester Physics Course for Bachelors at Technical University. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 8-9, pp. 91-99. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-8-9-91-99>

References

1. Brazhnikov, M.A., Puryшева, N.S. (2017). Self-Education and the Development of Distance Learning Physics in Russia. *Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh = Physics in Higher Education*. Vol. 23, no. 2, pp. 34-50. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Lapanik, O.F., Slabzhennikova, I.M. (2018). Features of the Organization of the Educational Process on the Discipline “Physics” in the Technical University at the Present Stage. *Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh = Physics in Higher Education*. Vol. 24, no. 3, pp. 12-22. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Bugaev, A.I. (1981). *Metodika prepodavaniya fiziki* [Methods of Teaching Physics. Theoretical Basis]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 288 p. (In Russ.)
4. Bondarev, B.V., Kalashnikov, N.P., Spirin, G.G. (2003). *Kurs obshchei fiziki. Uchebnoe posobie* [General Physics Course: Textbook]. Moscow: Vysshaya Shkola Publ., 1010 p. (In Russ.)
5. Kuznetsov, S.I. (2013). *Kurs fiziki s primerami resheniya zadach* [Physics Course with Examples of Problem Solving]. Tomsk: Tomsk Polytechnic Univ. Publ., 423 p. (In Russ.)
6. Popov, N.I., Nikiforova, E.N. (2018). Methodological Approaches to Experimental Teaching of Mathematics to University Students. *Integratsiya Obrazovaniya = Integration of Education*. Vol. 22, no. 1(90), pp. 193-206. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Stanojević, D., Cenić, D., Cenić, S. (2018). Application of Computers in Modernization of Teaching Science. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*. Vol. 6, no. 2, pp. 89-106. DOI:10.5937/ijcree1802089S
8. Wu-Yuin, Hwang, Yueh-Min, Huang, Rustam, Shadiev, Sheng-Yi, Wu, Shu-Lin, Chen. (2014). Effects of Using Mobile Devices on English Listening Diversity and Speaking for EFL Elementary Students. *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 30, no. 5, pp. 503-516. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.237>
9. Gary, Cheng, Yuanyuan, Guan, Juliana, Chau (2016). An Empirical Study Towards Understanding User Acceptance of Bring Your Own Device (BYOD) in Higher Education. *Australasian*

- Journal of Educational Technology*. Vol. 32, no. 4, pp. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2792>
10. Osipova, N.G., Kolodeznaya, G.V. Shevtsov, A.N. (2018). [About the Factors and Reasons of University Student Expulsions and Student Motivation for Educational Activities]. *Obrazovanie i Nauka = Education and Science*. Vol. 20, no. 6, pp. 158-182. (In Russ., abstract in Eng.)
 11. Jeanette, Lyn Fung Choy, Choon Lang, Quek (2016). Modelling Relationships Between Students' Academic Achievement and Community of Inquiry in an Online Learning Environment for a Blended Course. *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 32, no. 4, pp. 106-124. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2500>
 12. Chapin, L.A. (2018). Australian University Students' Access to Web-Based Lecture Recordings and the Relationship with Lecture Attendance and Academic Performance. *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 34, no. 5, pp. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2989>
 13. Al-Azawei, A., Parslow, P., Lundqvist, K. (2017). Investigation the Effect of Learning Styles in a Blended E-Learning System: An Extension of the Technology Acceptance Model (TAM). *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 33, no. 2, pp. 1-23. DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.2741>
 14. Lyaptsev, A.V. (2017). The Correctness of the Models Used in a Thought Experiment and the Danger of Falsification of Experience. *Fizicheskoe obrazovanie v vuzakh = Physics in Higher Education*. Vol. 23, no. 4, pp. 51-60. (In Russ., abstract in Eng.)
 15. Alonso-Díaz, L., Yuste-Tosina, R. (2015). Constructing a Grounded Theory of E-Learning Assessment. *Journal of Educational Computing Research*. Vol. 53, no. 3, pp. 315-344. DOI: [10.1177/0735633115597868](https://doi.org/10.1177/0735633115597868)
 16. Khenner, E.K. (2018). [Professional Knowledge and Professional Competencies in Higher Education]. *Obrazovanie i Nauka = Education and Science*. Vol. 20, no. 2, pp. 9-31. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2018-2-9-31> (In Russ., abstract in Eng.)

The paper was submitted 14.03.19

Received after reworking 10.06.19

Accepted for publication 12.07.19