

ПРОЕКТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ И ЕГО ДИАГНОСТИКА НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧ ИЗ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРОСТАТИКА»

В. М. Зеличенко¹, В. В. Ларионов², В. В. Пак²

¹ Томский государственный педагогический университет, Томск

² Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

Широкое применение метода проектов при обучении физике свидетельствует о потенциальных возможностях этого метода для инженерного образования в современных условиях подготовки специалистов, способных адаптироваться к современным условиям производства. Исследования многих авторов подтверждают необходимость формировать обобщенные проектные умения при обучении физике в техническом университете на протяжении всего обучения, в том числе и на занятиях по физике. Ранее были введены понятия учебной задачи по физике и обобщенных проектных умений, представлены обобщенные проектные умения и обосновано их соответствие этапам учебной проектной деятельности. На данном этапе представлен один из способов формирования обобщенных проектных умений, критерии отбора учебных задач по физике с целью формирования обобщенных проектных умений, введено понятие проектного потенциала учебных физических задач.

Ключевые слова: проектный потенциал физической задачи, метод проектов, проектные умения.

С целью формирования обобщенных проектных умений была разработана модель их формирования [1–4], на основе которой построена методика организации образовательного процесса. Использование данной методики позволяет формировать у студентов обобщенные проектные умения. Например, умение ставить проблему, формировать гипотезу, составлять план реализации проекта, пооперационно реализовывать проект, анализировать полученные результаты и возможности их внедрения, защищать проект. Как показали исследования В. В. Ларионова, В. В. Пак и др. [1, 3], эти умения необходимы студентам при изучении специальных и общетехнических дисциплин.

Многие авторы [1, 2, 4, 5] показывают, что решение задач играет важную роль в процессе изучения физики в техническом университете. Однако зачастую содержание учебной физической задачи не связано с реальными условиями производства, не соответствует современному этапу развития техники и технологий. Это не позволяет студентам экстраполировать явления и процессы, представленные в учебной физической задаче, на будущую профессиональную деятельность [5] и формировать проектные умения, необходимые для ее осуществления.

Авторы полагают, что для формирования проектных умений можно использовать любую учебную физическую задачу в качестве основы для создания и реализации проекта. При этом способ задания условий, характер содержания, уровень сложности и способ решения задачи не являются ключевыми факторами при выборе задачи. Отбор задач осуществляется преподавателем при подготов-

ке к проведению занятия. При этом следует учитывать возможность изменения исходных данных условия задачи для дальнейшего создания и реализации проекта.

На практических занятиях по физике студенты осуществляют решение задачи, предложенной преподавателем, проводят анализ полученного решения, что является заключительным этапом решения учебных задач в соответствии со схемой, представленной, например, Б. С. Беликовым [6].

Согласно методике, представленной в работах В. В. Ларионова, В. М. Зеличенко, В. В. Пак [1, 3, 7], студенты продолжают работу над решенной задачей и вносят изменения (вводят новые параметры) в ее условие. Это позволяет создать новую задачу, условие которой будет согласовано с реальными условиями профессиональной деятельности инженера, что позволяет анализировать и обосновывать выбранные пути решения, а также обсуждать возможности внедрения результатов [7–11].

Решение полученной задачи может являться причиной генерирования студентами (совместно с преподавателем) идеи создания приборов и других технических устройств. Этот факт необходимо учитывать при изменении условия задачи (научиться оценивать возможность создания проекта на основе вновь созданной задачи).

Обсуждение возможности практического применения результатов созданной задачи или внесенных изменений в прежнюю задачу является очередным необходимым этапом продолжения совместной деятельности субъектов образовательного процесса. Процесс обсуждения состоит в том, что студенты многосторонне анализируют описывае-

мые в задаче физические явления и процессы с позиции либо известного приборного обеспечения или реализации данных явлений, или, что наиболее продуктивно, высказывают идеи их усовершенствования (применительно к учебным свойствам). В качестве педагогического сопровождения такой деятельности целесообразно обратиться к историческим фактам и выделить отдельно те приборы или устройства, в которых использовались обсуждаемые явления. Это необходимо для того, чтобы использовать принцип аналогов и почерпнуть новые идеи применения приборов, т. е. возможного применения для новых целей. Модификация исходной задачи может создать синергетический эффект получения нескольких задач, результатом которого является разработка и создание нескольких учебных проектов. Таким образом, во вновь созданных задачах реализуется принцип вариативности решения первоначальной задачи с практическим приложением или поддержкой.

На следующем этапе созданные задачи анализируют с позиции проектной реализации, т. е. рассматривают целесообразность и возможность осуществления в рамках фундаментальности подхода и прикладного значения.

В качестве исходного принципа для применения предлагаемого метода, особенно при первом использовании задачи, следует учитывать следующее:

- можно ли изменить исходные параметры и величины задачи и насколько произойдет при этом изменение первоначальных условий;

- содержание выбранной задачи должно соответствовать принципу междисциплинарности, т. е. использовать внутри- и межпредметные связи и применить знания ранее изученных тем курса физики, применить знания по начертательной геометрии, техническому рисованию и т. д.;

- условия задачи, явления и процессы, описываемые в ней, должны быть либо воспроизводимы в условиях учебной или научной лаборатории вуза, либо обсуждены на страницах сетевого общения.

Таким образом, проведенный анализ позволяет ввести понятие *проектного потенциала* учебных задач. Возможность использования содержания задачи для создания (практической реализации) учебных проектов, оцениваемой количеством проектов, осуществление которых соответствует первоначальным условиям этой задачи, называется *проектным потенциалом* учебной физической задачи. Наибольшее затруднение вызывает оценка качества проекта. Здесь может быть использовано участие в конкурсах проектов различного уровня, вынесение их обсуждения на порталы в Интернете, обсуждение фотографий эскизов среди участников различных лицеев и гимназий при сетевом взаимодействии учащихся.

Для создания и реализации проекта, одобренного и выбранного в ходе дискуссии и анализа на основе модифицированной задачи, организуется подгруппа студентов из 2–5 человек. Распределение по рабочим группам студенты осуществляют самостоятельно с учетом желания работать с тем или иным согруппником. Пожелания учитываются с помощью специальной матрицы, которая носит название матрицы предпочтений. Матрица составляется по следующему алгоритму. Горизонтальная строка содержит фамилии студентов, а по вертикали эти же студенты даны каждый под своим номером. В горизонтальной строке, напротив своей фамилии, студенты отмечают фамилии тех студентов, с которыми они предпочли бы совместно создавать и выполнять проект. Корректировку матрицы осуществляет преподаватель, учитывая способности студентов. Сформированные подгруппы студентов приступают к созданию и разработке отдельного проекта. Этапы выполнения проектов сформированы в ходе предварительного анализа по принципу совместной деятельности. Поэтому студенты конкретно формируют план в форме таблицы или отдельной страницы в рабочей тетради. Каждой строчке плана соответствует определенный этап его выполнения. Для выполнения проекта студенты должны самостоятельно выполнить подбор средств и материалов.

Необходимо отметить, что эскиз макета, непосредственно действующего прибора или визуализированной модели обучающиеся, как правило, реализуют во внеаудиторное время. Здесь проявляется один из элементов самостоятельной работы.

Для эффективного обучения необходим промежуточный контроль, который обязательно должен включать дополнительные средства в форме электронной почты, sms-связи, специальной базы данных кафедры, т. е. с помощью средств и сервисов сети Интернет. В противном случае теряется оперативность, увеличивается расход времени преподавателя и студентов. Предполагается, что в перспективе должна быть составлена матрица соответствия плана и хода реализации проекта (выполненных действий) как в интерактивном виде (например, в excel-формате), так и стандартным способом. Таким образом, в процессе учебной деятельности любые результаты по созданию и реализации проекта подвергаются тщательному анализу всеми участниками проекта как в каждой мини-группе, совместно с преподавателем и другими студентами, так и в целом. Процесс обсуждений носит не только творческий характер, но и оцениваются возможности практического применения полученных результатов (форма внедренческого учебного действия), прогнозируется развитие идей, положенных в основу создания проекта.

Приведем пример учебной задачи из сборника задач по физике для создания и реализации проекта.

Раздел «Электростатика»: *Шар радиуса R равномерно заряжают с объемной плотностью ρ . Найдите поток вектора напряженности электрического поля Φ_E через сечение шара, которое образовано плоскостью, отстоящей от центра шара на расстоянии $r_0 \ll R$ [12].* Решение данной задачи осуществляется традиционным методом в ходе совместных рассуждений учащихся и преподавателя. Затем необходимо обсудить изменения в условии задачи так, чтобы результат измененной задачи мог быть реализован технически или иметь практическое применение. Роль преподавателя на данном этапе является решающей. Студенты обязаны обмениваться знаниями посредством вопросов, которые они формулируют самостоятельно. При этом отвечающий может быть выбран произвольно. Ответы и вопросы подлежат оценке по рейтинговой шкале. Шкалу объявляет преподаватель перед началом дискуссии. После теоретической дискуссии и подведения ее итогов в виде фиксации баллов в журнале обсуждают проблему применения измененной (или вновь созданной) задачи в практической плоскости. В качестве примера приведем возможные вопросы: каким способом можно получить распределенный заряд, в частности равномерный (по поверхности или по объему)? если шар заряжен традиционно трением пластмассовой или стеклянной палочки о материю, то как определить величину и знак заряда? можно ли для этого создать прибор, используя батарейку карманного фонаря? как накопить заряд большой величины на любом материальном объекте, внутри его и на поверхности? есть ли возможность сконструировать прибор для накопления заряда в домашних условиях, проанализировать устройства, которые были изготовлены ранее, в настоящее время? есть ли область практического применения устройства, кроме демонстрационного назначения, сейчас и в будущем? Имеет смысл заглянуть в будущее и обсудить новые материалы для накопления зарядов. Следует вызвать дискуссию, которая бы привела к идее создания генератора Ван де Граафа. Итогом является формулирование новых вопросов к задаче и вносятся изменения в ее условие.

Рассмотрим вариант измененной задачи. *По поверхности шара радиуса R равномерно распределен заряд q . Найдите потенциал и напряженность электрического поля шара как функцию расстояния r от его центра.* Это вновь созданная задача. Можно увидеть, что такие задачи есть в сборнике. Однако явно не указан материал шара. Заведомо сообщается, что заряд распределен равномерно. Решение не вызывает трудностей, так как студенты легко находят параметры созданной задачи, ис-

пользуя ранее решенные задачи. Вопросы, связанные с материалом шара, со способом создания и накопления заряда на сфере, наводят на мысль о возможности создания прибора для накопления заряда большой величины в автоматическом режиме. Таким образом, конкретная проблема, сформулированная обучающимися при совместном обсуждении задачи, представлена на уровне создания прибора для получения (накопления) и визуализирования наличия зарядов с учетом их знаков в физической лаборатории университета.

В ходе обсуждения проблемы создания и накопления зарядов на поверхности тел различной формы была сформулирована *гипотеза*. Если с помощью механизма обеспечить непрерывную, а не дискретную (как при стандартной демонстрации с электрометром, натирая предметы ручным способом) транспортировку зарядов на внутреннюю поверхность полого шара или пустотелой емкости, то можно сконструировать и реализовать реальный прибор для изучения накопления электрического заряда большой величины, например генератор Ван де Граафа.

Таким образом, этап *составления плана реализации* проекта содержит обсуждаемое заранее решение о том, что для создания прибора необходимо иметь: 1) пустотелую емкость (аналог шара, закрепленного на электрометре) – накопитель заряда; 2) корпус прибора для его фиксации; 3) шкив; 4) двигатель для движения ленты снизу вверх для подачи зарядов внутрь шара; 5) диэлектрическую ленту; 6) металлические щетки для снятия заряда. Перечень материалов фиксируется в таблицах каждой мини-группой отдельно. Пример дан в таблице.

Подбор приборов и материалов осуществлялся во внеаудиторное время и обсуждался на форуме базы кафедры.

Реализация проекта по созданию генератора Ван де Граафа включает следующие действия и их последовательность: укрепить электродвигатель внутри трубы, купить две металлические миски, в днище одной из них вырезать отверстие диаметром, равным диаметру трубы, состыковать их полыми частями (просверлить отверстия, выбрать болтики, скрепить миски или соединить электро-сваркой в мастерских бизнес-инкубатора ТПУ), в нижней части трубы (труба приобретается в магазине сантехнических изделий, ее можно покрасить в разный цвет) просверлить отверстия для оси валика и шкивов, закрепить ось, укрепить валик и шкивы, закрепить на них диэлектрическую резиновую ленту, спаять металлические щетки и закрепить их так, чтобы они касались ленты, соединить металлические тарелки друг с другом, вырезать в одной из них отверстие на дне для состыковки тарелок с пластиковой трубой.

Материалы и комплектующие детали для создания прибора

Элемент прибора	Возможные комплектующие и материалы
Пустотелая емкость как накопитель заряда	Две металлические тарелки размером, соответствующим трубе – основанию прибора
Корпус	Труба, которая используется в сантехнике (диаметр 60–80 мм, высота ~50 см)
Лента	Лента-жгут из автомобильной аптечки шириной 50 мм, толщиной 1 мм
Щетки	Медная проволока и шнур для упаковки из полиэтилена
Шкивы	Нижний – диаметр ~18–20 мм, ширина ~48–50 мм, оргстекло, верхний – диаметр ~15 мм, ширина ~48–50 мм, пластик, алюминиевая фольга, расстояние между шкивами ~50 см
Выключатели	Тумблеры обыкновенные
Основание	Дерево или разделочная доска из пластмассы
Электродвигатель	12 В, число оборотов электродвигателя при движении резиновой диэлектрической ленты – 220 об/мин
Питание электродвигателя	2 аккумуляторные батареи типа «КРОНА» 18 В

Этап реализации проекта является наиболее трудоемким как для студентов, так и для преподавателя. Возможные вопросы, которые возникают по ходу реализации и содержат формализованные действия: как закрепить узлы и детали всего прибора (сделать набросок сборки)? какие предпочтительнее использовать комплектующие и материалы? Наибольшее время затрачивается на поиск материалов. Поэтому на кафедре полезно иметь собственный инкубатор с набором различного рода материалов.

Отметим, что каждая из сформированных преподавателем мини-групп (входит 3–4 человека) реализует прибор самостоятельно, поэтому дальнейшие обсуждения ведутся отдельно с каждой подгруппой. Обсуждение и комментирование может осуществляться в аудитории и электронными средствами (электронная почта, чаты, форумы).

Результат создания проектов демонстрировался в виде действующей модели. На рис. 1 и 2 представлены внешний вид устройств, валик со шкивами и щетки снятия заряда.

Отдельным этапом следует выделить настройку прибора, создание описания. Описание содержит порядок работы с элементами пояснения физического явления. Например, когда включен электродвигатель, то он приводит в движение шкивы, на которых укреплен резиновый валик. Заряд, созданный на ленте посредством трения валика и ленты о нижнюю щетку, лента переносит его наверх. Далее он снимается верхней щеткой и накапливается внутри соединенных тарелок и затем переходит на их внешнюю поверхность.

Далее необходимо организовать самооценку студентами конструктивности выдвинутой гипотезы, оценить полученные результаты деятельности



Рис. 1. Внешний вид вариантов генератора Ван де Граафа (учебные действующие модели)

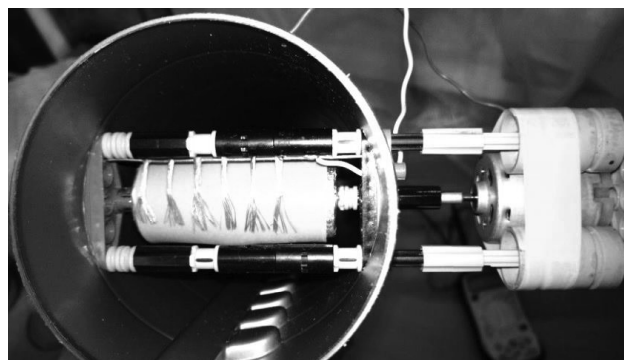


Рис. 2. Шкивы и проволоки для снятия заряда

участников проекта и своей собственной и возможности применения прибора на практике.

В случае рассмотренной задачи созданный генератор Ван де Граафа используется в физической лаборатории для демонстрации генератора на лекциях. Поэтому этап *защиты проекта* состоит в реальной демонстрации работы генератора. Для оценки напряжения на сфере генератора используется электрический пробой воздуха. Визуально наблюдают пробой воздушного промежутка длиной до 25–30 см. Для измерения напряжения берут металлический предмет (ложку), закрепляют на длинном штативе, штатив заземляют и придвигают к шаровой емкости генератора на расстояние 1–5 см. Известно, что пробой сухого воздуха при нормальных условиях происходит при напряжении около 30 кВ. Поэтому изменяя расстояние между ложкой и сферой генератора, можно оценить создаваемое напряжение. После включения электромотора наблюдают за движением ленты через прямоугольные отверстия, вырезанные в трубе. Эти отверстия являются элементом творчества и конструктивного подхода к созданию прибора. Через некоторое время визуально наблюдают пробой воздушного промежутка. При этом необходимо соблюдать правила

техники безопасности. По окончании демонстрации следует дискуссия, в течение которой студенты отвечают на вопросы по работе модели. Приводим примерный перечень вопросов: какие изменения можно внести в прибор с целью экономии материалов или времени? что Вы понимаете под эффективностью прибора и как ее повысить? выделите наиболее сложные моменты при выполнении работы? как определить мощность прибора? как вычислить энергию, затрачиваемую на транспортировку зарядов? Постановка вопросов служит для формулирования новых задач по физике на уровне практических занятий и лабораторных работ. Например, данный генератор можно использовать для демонстрационного эксперимента, выполнения исследований и лабораторных работ. В частности, металлические миски-тарелки покрывают лаком, тем самым создают диэлектрический слой и исследуют его влияние на процесс возникновения разряда в воздухе. То же самое делают с детектором-ложкой.

Приведенный пример наглядно иллюстрирует процесс создания новой задачи с большим проектным и внедренческим потенциалом на основе исходной учебной физической задачи.

Список литературы

1. Ларионов В. В., Пак В. В. Как готовить будущего инженера внедренческого типа на занятиях по физике // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2015. Вып. 5 (158). С. 224–228.
2. Мельникова Т. Н., Пак В. В., Сотиряди Г. Н. Использование учебных задач по физике с целью формирования обобщенных проектных умений // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 6 (1). С. 174 – 178.
3. Пак В. В. Метод проектов как способ формирования обобщенных проектных умений студентов инженерных вузов // Педагогическое образование в России. 2016. № 1. С. 68–74.
4. Пак В. В. Проектный потенциал физических задач и его диагностика при обучении физике студентов технических университетов // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review), 2016. Вып. 2 (12). С. 103–107.
5. Бойкова А. Е. Экспериментальные задачи как средство формирования и развития исследовательских умений учащихся в процессе обучения физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. СПб, 2010. 211 с.
6. Беликов Б. С. Решение задач по физике. Общие методы: учебное пособие для студентов вузов. М.: Высш. шк., 1986. 256 с.
7. Зеличенко В. М., Ларионов В. В., Пак В. В. Совместная деятельность студентов на практических занятиях по физике: формирование физических идей на уровне проекта // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2012. Вып. 2 (117). С. 147–151.
8. Зеличенко В. М., Ларионов В. В., Мансуров Е. В. Информационно-образовательная среда вуза по физике: от задач к формированию заданий на уровне проекта инженеров // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2009. Вып. 10 (88). С. 106–110.
9. Zelichenko V. M., Pozdeeva S. I., Voitekhovskaya M. P. A Systems Approach in Education // Russian Physics Journal. 2016. Vol. 58, Iss. 9. Pp. 1365–1368. DOI: 10.1007/s11182-016-0657-3.
10. Уалиханова Б. С., Румбешта Е. А. Физическое образование в профессиональной подготовке студентов медицинского вуза // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2015. Вып. 5 (158). С. 42–47.
11. Хакимова А. Х., Румбешта Е. А., Гельфман Э. Г. Реализация государственного образовательного стандарта: построение системы уроков-проектов по физике в основной школе // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2014. Вып. 6 (147). С. 97–101.
12. Иродов И. Е. Сборник задач по общей физике: учебное пособие для вузов / ред. И. В. Савельев. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1975. 320 с.

Зеличенко Владимир Михайлович, кандидат физико-математических наук, профессор, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061). E-mail: zelvm@mail.ru

Ларионов Виталий Васильевич, доктор педагогических наук, профессор, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (пр. Ленина, 30, Томск, Россия, 634050). E-mail: lvv@tpu.ru

Пак Виктория Вячеславовна, ассистент кафедры общей физики, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (пр. Ленина, 30, Томск, Россия, 634050). E-mail: pakvv@tpru.ru

Материал поступил в редакцию 13.12.2016.

DOI 10.23951/1609-624X-2017-4-64-70

PROJECT POTENTIAL OF LEARNING TASKS IN PHYSICS AND ITS DIAGNOSTICS ON THE EXAMPLE OF TASKS FROM SECTION „ELECTROSTATICS“

V. M. Zelichenko¹, V. V. Larionov², V. V. Pak²

¹ *Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation*

² *National research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation*

Wide application of project method in teaching of physics shows the potential of this method for engineering education in modern conditions of training of specialists able to adapt to modern conditions of production. The studies of many authors confirm the need for the formation of the generalized design skills for teaching physics at the technical University throughout the study at the University, including classes in physics. In our previous studies were introduced the notions of learning tasks in physics and generalized design skills and proved their compliance with the stages of the training project activities, represented the design skills formed on these stages corresponding to the phases of professional design activities of engineer. As a means of forming generalized design skills, we propose to use learning tasks in practical classes in physics. This article presents one way of forming common design skills, criteria for the selection of learning tasks in physics with the aim of forming common design skills, introduced the concept of the design potential of learning physical tasks. The authors show the method of formation of the generalized design skills and the step by step algorithm of actions of the teacher to organize the educational process to create and implement projects based on learning tasks in physics.

Key words: *project potential of physical problem, project method, project skills.*

References

1. Larionov V. V., Pak V. V. Kak gotovit' budushchego inzhenera vnedrencheskogo tipa na zanyatiyakh po fizike [How to prepare a future engineer of innovative type in the classes of physics]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2015, no. 5 (158), pp. 224–228 (in Russian).
2. Mel'nikova T. N., Pak V. V., Sotiriadi G. N. Ispol'zovaniye uchebnykh zadach po fizike s tsel'yu formirovaniya obobshchennykh proektnykh umeniy [Using problems with a view to the formation of generalized project abilities]. *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii – Modern High Technologies*, 2016, no. 6 (1), pp. 174–178 (in Russian).
3. Pak V. V. Metod proektov kak sposob formirovaniya obobshchennykh proektnykh umeniy studentov inzhenernykh vuzov [Project-based learning as a method of formation of universal project skills of engineering university students]. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii – Pedagogical Education in Russia*, 2016, no. 1, pp. 68–74 (in Russian).
4. Pak V. V. Proektnyy potentsial fizicheskikh zadach i ego diagnostika pri obuchenii fizike studentov tekhnicheskikh universitetov [Development and measurement of innovative potential of physics problems in the model of teaching physics to students of technical university]. *Nauchno-pedagogicheskoye obozreniye – Pedagogical Review*, 2016, no. 2 (12), pp. 103–107 (in Russian).
5. Boykova A. E. *Eksperimental'nye zadachi kak sredstvo formirovaniya i razvitiya issledovatel'skikh umeniy uhashchikhsya v protsesse obucheniya fizike*. Dis. kand. ped. nauk [Experimental tasks as means of formation and development of research skills of students in learning physics. Diss. cand. of ped. sci.]. St. Petersburg, 2010. 211 p. (in Russian).
6. Belikov B. S. *Resheniye zadach po fizike. Obshchiye metody: ucheb. posobiye dlya studentov vuzov* [The solution of physics problems: General methods: textbook for university students]. Moscow, Vyssh. shk. Publ., 1986., 256 p. (in Russian).
7. Zelichenko V. M., Larionov V. V., Pak V. V. Sovmestnaya deyatel'nost' studentov na prakticheskikh zanyatiyakh po fizike: formirovaniye fizicheskikh idey na urovne proekta [Joint activities of students during practical training in physics: the formation of physical ideas at the project level]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2012, no. 2 (117), pp. 147–151 (in Russian).
8. Zelichenko V. M., Larionov V. V., Mansurov E. V. Informatsionno-obrazovatel'naya sreda vuza po fizike: ot zadach k formirovaniyu zadaniy na urovne proekta inzhenerov [Media information end education for transfer a problems physics for projects]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2009, no 10 (88), pp. 106–110 (in Russian).
9. Zelichenko V. M., Pozdeeva S. I., Voitekhovskaya M. P. A Systems Approach in Education. *Russian Physics Journal*, 2016, vol. 58, iss. 9, pp. 1365–1368. DOI: 10.1007/s11182-016-0657-3.
10. Ualikhanova B. S., Rumbeshta E. A. Fizicheskoye obrazovaniye v professional'noy podgotovke studentov meditsinskogo vuza [Physics education in training medical students]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2015, no. 5 (158), pp. 42–47 (in Russian).

11. Khakimova A. Kh., Rumbeshta E. A., Gel'fman E. G. Realizatsiya gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta: postroeniye sistemy urokov-proektov po fizike v osnovnoy shkole [The realization of state education standard: construction of the system of physics lesson-projects at primary school]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – TSPU Bulletin*, 2014, no. 6 (147), pp. 97–101 (in Russian).
12. Irodov I. E. *Sbornik zadach po obshchey fizike: uchebnoye posobiye dlya vtuzov* [Collection of problems in General physics: textbook for technical colleges]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 320 p. (in Russian).

Zelichenko V. M., Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).
E-mail: zelvm@mail.ru

Larionov V. V., National research Tomsk Polytechnic University (pr. Lenina, 30, Tomsk, Russian Federation, 634050).
E-mail: lvv@tpu.ru

Pak V. V., National Research Tomsk Polytechnic University (pr. Lenina, 30, Tomsk, Russian Federation, 634050).
E-mail: pakvv@tpu.ru