

СОВМЕСТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ: ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ИДЕЙ НА УРОВНЕ ПРОЕКТА

Рассматривается методика и модель обучения физике в профильных классах и техническом университете на основе совместной деятельности учащихся. Даны конкретные примеры формирования физических идей на уровне проекта на основе обычных традиционных задач курса физики школы и вуза. Приводится система оценивания знаний, умений, компетенций учащихся в рамках традиционной и проблемно-ориентированной работы в команде, совмещающей традиционную балльную оценку знаний учащихся и оценку проектных компетенций.

Ключевые слова: *совместная деятельность, физические идеи, проектное обучение, предметные компетенции, методы обучения.*

В соответствии с европейской концепцией инженерного образования (CDIO) программы подготовки инженеров должны быть нацелены на «воспитание» инженера, который способен анализировать, проектировать, внедрять и эксплуатировать комплексные инженерные продукты, процессы и системы в современной среде (понимание и сопровождение продукта на протяжении всего жизненного цикла). Новый подход, в частности, предполагает усиление практической направленности обучения, введение системы проблемного и проектного обучения, отражающих сущность инженерной профессии – анализ и решение проблем» [1]. Профильные школы могут ввести для этих целей планомерное обучение при наличии соответствующего методического обеспечения и в целом программно-педагогической среды, базирующейся на содержательной основе совместной деятельности учащихся (студентов) [2].

В ряде работ по методике обучения физике рассмотрены особенности проблемно-проектных операций, совершаемых при обработке первоначальной структурной информации в процессе решения физических задач [3; 4]. Показано, что для их успешного осуществления учащийся должен иметь представление о тезаурусе базовых проектных образов или моделей, быть компетентным в смежных областях знания, непосредственно базирующихся на курсе физики. Указано, что на основе содержательного анализа структуры задачи формируются физические идеи, играющие роль исходных посылок на последующих стадиях превращения задачи в проектное решение [3].

Создание концепции и инновационной модели системы научно-методической работы по физике для формирования соответствующей программы обучения школьников профильных классов и студентов технического вуза сложная задача. Ее решение способствует реализации основных целей обучения. Содержательная модель системы включает основы проблемно-ориентированного подхода, широко развиваемого в настоящее время в странах Западной Европы.

Внедрение проблемно-ориентированной системы обучения позволяет осуществлять в профильных классах предпрофессиональную подготовку для поступления в вузы, а в вузах усилить эффективность обучения. Система предполагает следующие элементы:

Оценивание способности к самостоятельной диагностике проблем, умение проектировать при выполнении задач варианты решений; физическое обеспечение условий, рассматриваемых в задачах, а также осуществлять выбор и прогнозировать результаты своего воздействия на физическую систему, устраняя возможные риски от неадекватного применения существующих методик (включая водородную энергетику, нанотехнологии и т. д.).

Способности к интеграции имеющегося знания для измерения глубины и охвата знаний из различных областей, а также степени умения самостоятельно приобретать информацию, отбирать, обрабатывать и анализировать ее.

Параметр освоения творческих способностей выявляет наличие способности к гибкости, ассоциативности, вариативности и дивергентности, проведению реалистических процедур и ситуативному анализу в процессе обучения физике.

Параметр сравнительного оценивания предполагает сопоставление полученных результатов с помощью научно обоснованных рейтинговых коэффициентов по физике, которые учитывают проектную деятельность учащихся и студентов. Преподаватель не является более носителем информации, он должен быть квалифицированным менеджером учебного процесса. Студент добывает необходимую информацию в процессе самостоятельной работы. Сама информация становится не самоцелью, а средством для освоения действий профессиональной деятельности в любой области, включая гуманитарные технологии.

Создание оригинальных профильных информационно-технологических средств обучения физике, диагностических средств выявления индивидуально-психологических характеристик студентов с

целью определения их готовности к будущей профессии инженера на основе фундаментализации обучения.

Реализация отмеченных этапов обучения наиболее эффективна, если организована совместная деятельность студентов на практических занятиях по физике. Ее отдельные элементы рассмотрены ранее [3]. Основная цель – формирование физических идей на уровне проекта и его выполнение.

Структурный анализ школьных и вузовских задач, составляющих содержание учебников, показал, что они не обладают свойством структурной полноты, имеют большое число однотипных заданий на подстановку численных значений, не предусматривают поэлементный анализ и построение графиков, в них мало задач, позволяющих показать, что задачи содержат во внутренней структуре элементы прошлых и будущих знаний.

Приведем пример организации совместной деятельности учащихся и формирования физических идей на уровне проекта.

Текст стандартной задачи из раздела «Электродинамика» [5].

«По тонкому металлическому диску равномерно распределен электрический заряд Q_2 , а по однородному тонкому металлическому стержню равномерно распределен электрический заряд Q_1 . Стержень находится на оси диска на расстоянии a от основания перпендикуляра. Найти силу F , с которой диск действует на стержень (рис. 1).

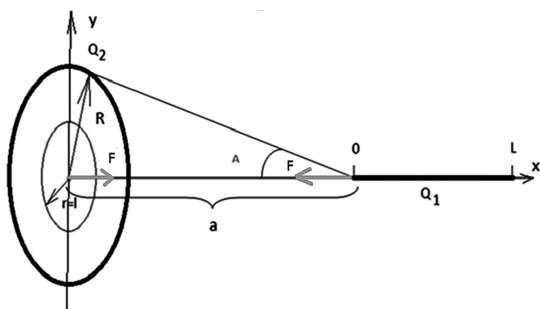


Рис. 1. Схема расположения стержня и диска.

Условные обозначения: a – расстояние между центром диска и концом стержня; F – сила взаимодействия; L – длина стержня; r – единичный радиус; A – угол между любыми точками взаимодействия элементов стержня и диска; R – полный радиус диска; Q_1 – заряд стержня; Q_2 – заряд диска

Этапы выполнения проекта.

1. Решить задачу. Привести решение задачи в буквенном виде, проверить размерность.

2. Выполнить общий анализ конечной формулы (как изменится сила, если увеличить заряды, расстояние, сместить стержень по вертикальной (горизонтальной) оси, изменить закон распределения заряда как на стержне, так и на диске).

3. Перечислить возможные проблемы, провести структурирование на проблемные ситуации. В дальнейшем вернуться к поставленным проблемам и сформулировать пути их решения.

4. Самостоятельно задать численные значения. Составить программу расчета.

5. Проанализировать полученный результат.

6. Произвести поиск приборов, способных измерить полученное значение силы.

7. Решить вопрос о том, как расположить конструктивно элементы схемы, например горизонтально (рис. 1.), как в задаче, или вертикально (рис. 2). Диск и стержень расположить так, чтобы это было похоже на прибор. Например, стержень может висеть над диском и передвигаться вдоль оси в зависимости от величины заряда на стержне и диске. Передвижение нужно фиксировать. Подумайте, как это сделать. Какая должна быть шкала фиксации перемещения стержня? В случае вертикального расположения в условие задачи вводится сила тяжести стержня. Появляется необходимость задать плотность стержня, т. е. физические характеристики материала. Далее стержень необходимо закрепить, например с помощью пружинки. Свойства пружинки надо сопоставить с кулоновской силой и силой тяжести.

8. Провести расчеты, вводя силу упругости, которую рассчитывают, сопоставляя с силой тяжести и кулоновской силой. Таким образом, определяют реальные размеры, выбирают материалы, указывая их параметры, обсуждают способы крепления стержня и диска.

9. Анализировать передвижение стержня в зависимости от величины зарядов на стержне и диске.

10. В Интернете найти аналоги. Можно сделать прибор для определения статистического электричества в цехах с опасными видами производства. Совместно обсудить дизайн прибора. Возникает проблема: заряды с диска будут стекать. Надо определить ток утечки. Это является проблемной задачей, ее нужно структурировать и создать проблемные ситуации. Предложено задать минимальный ток, который может регистрировать современный амперметр. Определить по литературным данным время, в течение которого заряд уменьшится, например на 10 %. На какое расстояние при этом сместится стержень? Это будет возможная погрешность прибора. Записать задание, проконсультироваться с преподавателем либо устно, либо по электронной почте. Пример указания преподавателя: «Найдите производную от величины изменения заряда во времени, постройте график и по нему можете судить о точности прибора и его чувствительности».

Отметим, что концепция электрического заряда и свойств заряженных тел является важной частью обучения на различных уровнях. В ходе выполне-

ния проекта учащиеся профильных классов и студенты вуза постепенно интегрируются в более сложные идеи для интерпретации электромагнитных явлений в других областях, обеспечивая прочную основу для понимания того, что электромагнитная природа материи лежит в основе современных технологий [8; 9]. Структура электромагнитной материи выступает как красивое и полезное явление. Кроме того, электромагнитная теория обеспечивает хороший контекст для обучения навыкам научных рассуждений, таким как модель потенциала и схема взаимодействия между макроскопическими явлениями и микроскопической теорией [10; 11].

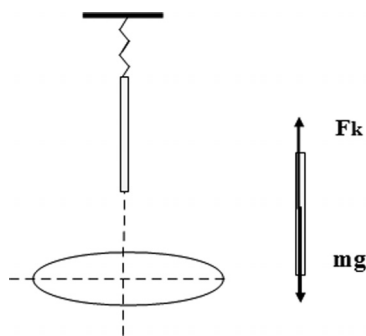


Рис. 2. Схема вертикального расположения элементов к задаче

В этой связи полезно прокомментировать решение студентами проблемы о равномерном распределении зарядов на поверхности диска (рис. 3). Обычно программа по электромагнетизму предусматривает изучение свойств заряженной материи (проводники и диэлектрики, поляризация, заряд тел по индукции, электризация тел), сохранение и квантование заряда, закон Кулона, принцип суперпозиции с участием нескольких зарядов. Эти идеи предшествуют электрической емкости и емкости конденсаторов. Важно, чтобы процесс накопления заряда на телах трансформировался в модель, объясняющую фундаментальные электрические процессы. Во-первых, процессы заряда тела являются начальным переходом от электростатики к электрическому току, даже если нет обычной электрической цепи. Во-вторых, наиболее часто в технологических приложениях электрических процессов требуются тела, которые способны накапливать равномерно большие заряды на малых объектах. Металлическое острие перемещается по поверхности диэлектрической пластины, предварительно размеченной на равномерные участки. Острие соединяется с заземленным источником напряжения. Необходимо рассчитать напряжение источника и понимать, что в отличие от металлической пластины распределение зарядов на диэлектрике не подчиняется условию равного потенциала поверхности пластины. Рекомендуется составить опросник для выявления понимания этой проблемы.

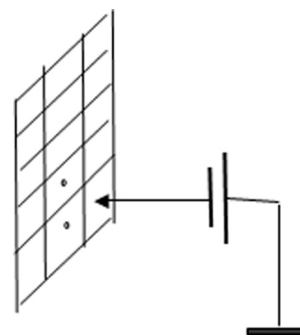


Рис. 3. Схема создания равномерного распределения зарядов на поверхности диэлектрической пластины (точки – положение острия)

В целом из приведенного примера выполнения проекта выделяем в составе инструментальной основы компетенций две структурные части. Первая часть представляет собой систематизированные и структурированные общие и профессиональные знания в разной форме. Они организованы в обобщенные схемы или структуры, предназначенные для извлечения из окружающего мира информации и ее последующего анализа. Вторая часть – это операциональная составляющая компетенций, содержащая опробованные и проверенные на практике схемы умственных действий и состоящая, в основном, из анализа, синтеза, сравнения, абстрагирования, конкретизации, обобщения, систематизации и классификации [2–4; 7]. Сбалансированное развитие этих структурных частей является важным условием организации совместной деятельности учащихся для формирования физических идей на уровне проекта и развития инженерных компетенций, так как они дополнены связями с профессиональными компетенциями для развития мышления, направленного на создание нового технического знания в виде проекта (табл. 1). На основе проведенных исследований сформированы рекомендации преподавателям и учащимся.

Оценка результатов выполнения проектов и обучения физике на их основе представлена в табл. 2. Она помогает переходить от традиционной оценки к рейтинговой.

Таким образом, в учебных планах профильных школ и технических вузов и в ГОС будущих поколений акцент необходимо смещать от традиционно предметного, знаниевого содержания дисциплин к творческому усвоению путем реализации проектных компетенций в течение всего образовательного процесса на 1–2-м курсе.

Результаты работы по проекту оцениваются по разным критериям [2]. Для учащихся – это творческое общение с преподавателем посредством непрерывных консультаций с использованием современных средств (Интернет, электронная почта); мо-

Таблица 1

Схема организации совместной деятельности учащихся для решения задачи на уровне проекта

Этапы формирования	Деятельность субъектов образовательного процесса	
	Преподаватель	Учащиеся (студенты)
I. Постановка проблема как она дана (ПКД)	Переформулирует задачи, структурирует проблему, проблемную ситуацию и задачу, образует мотив к поиску способа решения	Осваивают предметный уровень физики. Принимают проблему, определяют элементы проблемной ситуации, переходят к проблемной задаче
II. Формирование предметного слоя обучения. Формирование уровней развития действий (предмет действия, способ действия и условия действия)	Организует преподавательскую работу, выявляет степень усвоения предметных знаний, формирует подгруппы для проектов. Структурирует действия (цель, способ действия и условия выполнения)	Работа в системе РГР. Проводят структурирование действий (цель, способ действия и условия выполнения). Преобразуют задачи, получают и обсуждают результат и его практическое значение
III. Формирование обучающей среды на основе взаимодействия «физика – информатика – специальные дисциплины»	Ставит цель, выделяет ее этапы (поиск средств решения – переход в слой деятельности). Учит ставить цели и искать средства ее достижения	Структурируют проблемы. Выделяют необходимые объекты – аналоги в виде чертежей, схем, графиков на основе ИКТ
IV. Формирование практико-ориентированного подхода в рамках ГОС	Создает примеры проблемных ситуаций для их возможной реализации на практике	Проводят расчеты собственных схем, подбирают их элементы. Ищут примеры практического применения
V. Формирование умения для формулирования физической идеи в виде проекта	Предлагает аналоги, предусматривает минимальную ориентировочную основу деятельности. Создает задания	Принимают аналоги, реализуют практико-ориентированные задания. Создают действующую модель проекта
VI. Обобщающий и корректирующий	Анализирует результаты. Определяет корректирующие действия	Совместная защита различных этапов проекта

Таблица 2

Оценка результатов выполнения проекта

№ этапа	Название этапа	Критерии оценки результатов	Рейтинговая оценка
1	Возникновение и формирование физической идеи на уровне проекта	а) противоречие теории и опыта, которые привели к появлению проблемы; б) необходимость практического решения проблемы	
2	Формирование перечня вопросов, подлежащих решению проблемы на уровне проекта	Перечень вопросов, изложение идеи разрешения проблемы	
3	Структурирование проблемы и ее последующее решение. Умение принимать решения на базе физических знаний, брать на себя ответственность за их применение и последствия	а) полнота структуры проблемы; б) как разрешить указанные противоречия; в) от каких знаний необходимо отказаться в связи с границами их применения; г) знание каких новых понятий, законов потребуется для решения данной проблемы	
4	Проведение расчетов. Графический и аналитический анализ проблемной ситуации	Работа с компьютерными программами, графиками. Применение знаний из смежных физике областей	
5	Написание отчета	Форма отчета, таблица вклада участников в реализацию проекта	

бильность, итоги поэтапной рейтинговой успеваемости по предмету, способность к рефлексивной оценке учебной деятельности; приобретение умений ставить и решать проблемные вопросы, структурировать их на элементарные объекты, постигать основу профессиональной компетенции решения проблем. Здесь также «оценивается динамика приобретения умений: высказывать, обосновывать версии, формировать гипотезы» [2]. Для учителя и преподавателя – это изменение содержания предмета, уход от рутинной работы, усиление связи с профессиональными кафедрами, другая самооценка. Оценивание достижений школьников и студентов производится на основе презентаций в период про-

ведения конференций, презентаций в присутствии преподавателей спецдисциплин, листов оценки деятельности в подгруппах.

Таким образом, можно сделать вывод, что методика и модель формулирования физических идей на уровне проекта в процессе обучения физике позволяют изменить характер учебной деятельности учащихся, усиливают их предпрофессиональную подготовку и последующую мотивацию к изучению будущих профессиональных дисциплин.

Разработанная авторская программа по формированию компетенции решения проблем дает хорошие результаты по развитию компетенций школьников.

Список литературы

1. Ларионов В. В., Тюрин Ю. И. Проблемно-ориентированное обучение физике в техническом университете // Высшее образование в России. 2009. № 6. С. 156–159.
2. Румбешта Е. А. Образовательная программа педагога как средство организации деятельности по формированию компетенций у школьников // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2011. Вып. 4. С. 132–138.
3. Зеличенко В. М., Ларионов В. В., Мансуров Е. А. Информационно-образовательная среда вуза по физике: от задач к формированию заданий на уровне проекта // Там же. 2009. Вып. 10. С. 106–110.
4. Гилев А. А. Когнитивный анализ процесса решения учебных физических задач // Физическое образование в вузах. 2007. № 2. С. 62–71.
5. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пос. для вузов, изд. 12-е. М.: Наука, 1990. 398 с.
6. Матушкин Н. Н., Столбова И. Д. Методологические аспекты разработки структуры компетентностной модели выпускника высшей школы // Высшее образование сегодня. 2009. № 5. С. 22–29.
7. Скрипко З. А., Бармашова А. С. Использование традиционного и компетентностного подходов в оценивании результатов обучения на уроках физики // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2011. Вып. 6. С. 51–54.
8. Eylon B. and Ganiel U. Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in student's reasoning // Intern. Journal Science Education. 12. 79. 1990.
9. Mulhall P., Mckittrick B. and Gunstone R. A perspective on the resolution of confusions in the teaching of electricity // Res. Science Education. 31, 575. 2001.
10. Guisasola J., Zubimendi J. L., Almudi J. M. and Ceberio M. The evolution of the concept of capacitance throughout the development of the electric theory and the understanding of its meaning by University students // Science Education. 11, 247. 2002.
11. Méheut M. and Psillos D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research // Int. J. Science Education. 26, 515. 2004.

Зеличенко В. М., кандидат физико-математических наук, профессор кафедры, профессор.

Томский государственный педагогический университет.

Ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061.

E-mail: zelvm@mail.ru

Ларионов В. В., доктор педагогических наук, профессор кафедры, профессор.

Томский политехнический университет.

Пр. Ленина, 30, Томск, Россия, 634050.

E-mail: larvv@sibmail.com

Пак В. В., аспирант.

Томский политехнический университет.

Пр. Ленина, 30, Томск, Россия, 634050.

E-mail: paka@sibmail.com

Материал поступил в редакцию 26.12.2011.

V. M. Zelichenko, V. V. Larionov, V. V. Pak

JOINT ACTIVITIES OF STUDENTS DURING PRACTICAL TRAINING IN PHYSICS: THE FORMATION OF PHYSICAL IDEAS AT THE PROJECT LEVEL

This article presents results of the authors in research about elaboration and realization the program by forming joint activities of students during practical training in physics and the formation of physical ideas at the project level of students in schools and technical university in the organization process of children and the teacher.

Key words: *joint activity of children, students, competence to solve problems, forming physical ideas.*

Zelichenko V. M.

Tomsk State Pedagogical University.

Ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russia, 634061.

E-mail: zelvm@mail.ru

Larionov V. V.

Tomsk Polytechnic University.

Ul. Lenina, 30, Tomsk, Russia, 634050.

E-mail: larvv@sibmail.com

Pak V. V.

Tomsk Polytechnic University.

Ul. Lenina, 30, Tomsk, Russia, 634050.

E-mail: paka@sibmail.com