

*В. В. Ларионов*

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ В КУРСЕ ФИЗИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Рассмотрены конкретные примеры проектов по проблеме создания на поверхности материалов электрических зарядов различными способами. Основой является неоднородность распределения зарядов, возникающих при электризации трением различных полимерных материалов. Приведены схемы практической реализации проектов. Может найти применение в профильной школе при углубленном изучении электродинамики.

**Ключевые слова:** проектные задания, электризация трением, создание распределенных зарядов.

К настоящему времени проектно ориентированное обучение физике успешно реализуется в средней школе и в вузах [1–3]. Во многих работах рассмотрены как теоретические аспекты его применения [2, 4], так и организационно-процессуальные формы [5, 6]. Обсуждается применение для самостоятельной работы [7], на семинарских занятиях [8] и в физическом практикуме [9]. Даны практические рекомендации системы оценивания проектной работы учащихся и студентов с применением рейтинговых и традиционных баллов [8, 10]. Однако остается основной вопрос: как реализовать переход от стандартной задачи по физике к проекту, сделать проект внедренческим. Для этого предлагаем сочетать техническое творчество с фундаментальностью обучения и обеспечивать на основе такого сочетания результативность проектов в виде внедренческой деятельности. При этом под внедренческой деятельностью следует понимать учебные проекты, максимально приближенные к практическому применению в учебном процессе как на семинарских занятиях, в лабораторном практикуме, так и в обычной жизни.

Предлагаемая модель преобразования стандартной задачи по физике в проект и его превращения во внедренческий содержит следующие этапы:

- предъявление задачи из стандартного сборника;
- решение задачи, выделение и структурирование проблемы и проблемной ситуации для ее превращения в проект;
- формулирование основной физической идеи на уровне проекта, создание конкретных схем проектной задачи;
- обзор технических устройств, которые максимально соответствуют решенной задаче и которые хотя бы частично описаны в литературе или в Интернете;
- формирование и создание проекта с элементами собственного технического творчества, анализ предложений по его технической реализации;
- презентация и защита проекта.

На каждом этапе, в каждом элементе данной модели-схемы должен быть задействован целевой

и мотивационный компонент, так как реализуется разный вклад отдельных частей рассматриваемой схемы в достижение целей обучения. При этом техническое творчество учащихся рассматривается как поисковая учебная деятельность, направленная на достижение конечного результата не только в виде получения знаний и владение ими, но и предложения по реализации физической идеи в виде проекта. Управление результативностью проектной деятельности студентов можно показать на примере изучения явления электризации трением.

Это несложное широко известное явление может иметь проектное внедренческое продолжение. Обычно считается, что при электризации трением двух разных диэлектриков их поверхности приобретают примерно однородные распределения зарядов разных знаков. Однако в ряде случаев электризация тел приводит к мозаичному распределению зарядов на их поверхности, когда случайным образом чередуются участки с противоположными зарядами (рис. 1). Здесь необходимо выделить и обсудить следующие проблемы: длительность трения диэлектриков, прикладываемое давление, способ трения и неоднородность поверхностей. Следует подчеркнуть, что на поверхности образцов из простых веществ, например кремния и алюминия, подвергнутых идентичной электризации, мозаичного распределения разноименных зарядов не возникает. В то же время на поверхности органических материалов появляются неравномерно распределенные заряды (рис. 2) с достаточно большой плотностью (рис. 2, б).

Этот не так давно обнаруженный эффект [11] необходимо обсудить на занятии и выделить проблемные ситуации, а именно физическую проблему надо разделить на три части: электризация металлом металла, диэлектрика металлом и диэлектрика диэлектриком. Обратить внимание студентов на различие распределения потенциала на поверхности металла и на поверхности диэлектрика (рис. 2, б). Здесь следует отметить, что в случае диэлектрика вопрос о распределении зарядов выходит за рамки стандартных учебных пособий. Далее для первой комбинации веществ (металл–металл) процесс электриза-

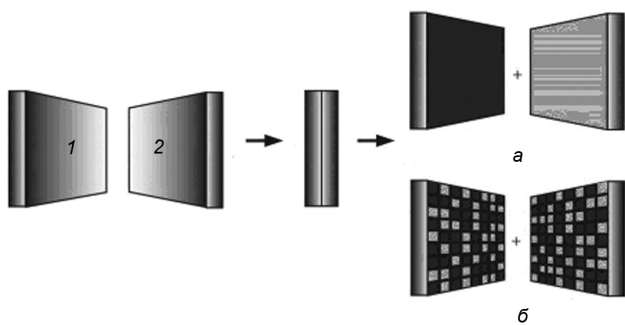


Рис. 1. Распределение зарядов после контакта и разделения двух поверхностей 1 и 2: а – равномерно, б – мозаично (светлая часть образца – положительный заряд, темная – отрицательный) [11]

ции хорошо изучен: распределение зарядов идет до тех пор, пока не выровняются уровни Ферми двух металлов, когда положительно (отрицательно) заряжается то вещество, у которого уровень Ферми выше (ниже). Обсуждение этого явления в группе позволяет выделить творческую подгруппу студентов для реализации проекта по контактной разности потенциалов. Его разработка представляет отдельный проект, обсуждаемый по окончании работы над всеми темами возможных проектов, вытекающими из обсуждаемой проблемы.

В связи с тем что на поверхности диэлектрика заряды распределены неравномерно, следует подобрать соответствующую задачу из известных в курсе физике. Например, в учебном пособии И. Е. Иродова [12] предлагается задача по нахождению потенциала, создаваемого зарядом, неравномерно распределенным по поверхности тела. На семинарском занятии необходимо провести подробное решение такой задачи и проанализировать ее так, чтобы после тщательно проведенного решения-исследования можно было реализовать ряд проектов в виде устройств, позволяющих реально изучать разного вида распределения зарядов на поверхности диэлектрика.

Таким образом, группе предлагается создать устройства, которые позволяют получить и измерить на поверхности диэлектрика распределенный электрический заряд с заранее заданным законом распределения электрического заряда на диэлектрике. Студенты разбиваются на творческие подгруппы для реализации проекта. Для этих целей используется опросная матрица, которая учитывает пожелания учащихся и корректируется преподавателем. Предварительные эскизы разрабатываются в домашних условиях, а затем защищаются на занятии каждой мини-группой. Пример предложенного одной из мини-групп устройства после теоретического анализа и решения задачи из сборника И. Е. Иродова [12, с. 54] дан на рис. 3. Устройство состоит из диэлектрического диска, на котором по внешнему периметру (окружности) закре-

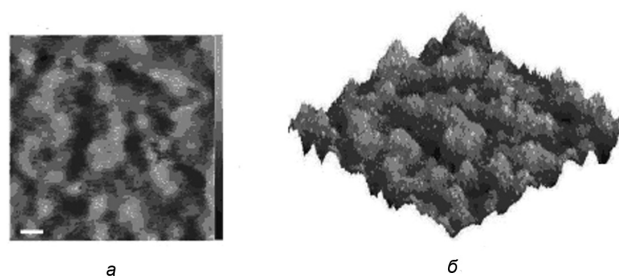


Рис. 2. Поверхность поликарбоната после контакта с поверхностью полидиметилсилоксана [11]. Получен положительный заряд. Поверхностная плотность равна  $0,16 \text{ нКл/см}^2$ . Размер мозаики порядка  $100 \text{ нм}$ . Потенциал  $1 \text{ В}$

плены одинаковые по размеру (радиусу  $R$ ) металлические шарики, источника постоянного электрического тока, реостата для изменения напряжения на шариках, вольтметра и электрического металлического зонда, который может перемещаться от шарика к шарика. К шарикам подводят металлический зонд в виде острого наконечника. Зонд последовательно соединен с вольтметром, который через реостат, в свою очередь, соединен с источником постоянного тока. Реостат служит для изменения напряжения, которое подается на электрический зонд. С помощью реостата устанавливают заданное значение напряжения на зонде. Его величину контролируют с помощью вольтметра.

Поворачивают диск так, чтобы зонд коснулся следующего шарика, измеряют угол поворота  $\theta$ , реостатом устанавливают новое значение напряжения на зонде. При каждом повороте измеряют угол поворота и изменяют напряжение на зонде. Повторяют действия до тех пор, пока не будут заряжены все шарики диска. Напряжение зонда  $\phi$  устанавли-

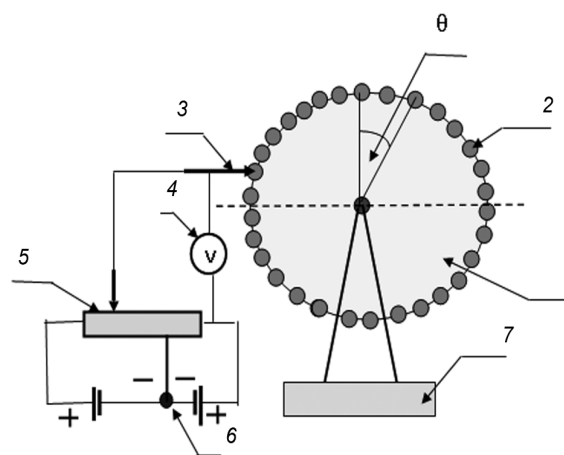


Рис. 3. Схема устройства для анализа распределенного заряда на поверхности тела: 1 – основание, на котором крепится диэлектрический диск; 2 – металлический шарик; 3 – металлический зонд в виде иглы; 4 – вольтметр; 5 – реостат, включенный по схеме потенциометра; 6 – источник питания; 7 – диэлектрический диск

вают с помощью реостата. Таким образом, заряд шарика  $Q = 4\pi\epsilon_0 R\varphi$ . Так как при каждом повороте диска на угол  $\theta$  с помощью реостата изменяют потенциал  $\varphi$  зонда, а следовательно, и шарика, то заряд на диске с помощью устройства изменяют по требуемому закону. Например,  $\varphi = \varphi_0 \cos \theta$ , тогда  $Q = 4\pi\epsilon_0 R\varphi_0 \cos \theta$ , где  $\varphi_0$  – начальное значение напряжения (потенциала) зонда и первого шарика. Здесь решается проблема, как зарядить шарики положительным и отрицательным зарядом, как включить реостат в режиме делителя напряжения, какой выбрать вольтметр и т. д. В условиях использования интернет-ресурсов минимизируется время на поиски приборов, возможных схем устройств. Пример с распределением зарядов по окружности (О-конфигурация) приведен на рис. 3. При обсу-

ждении и выборе вариантов проектов студентами предложены и защищены проекты с распределением зарядов в виде L-, П-, Н-, X-конфигураций, а также с применением иных органических материалов, приборов и схем измерения зарядов на них.

В ходе выполнения проектов, основанных на изучении явления электризации, студентами предложено около 10 вариантов практического применения явления. В их числе использование контактной разности потенциалов, пьезоэлектриков, устройств для создания и исследования зарядов с произвольным распределением их плотности по поверхности диэлектрика. В результате можно констатировать увеличение результативности проектной деятельности студентов, выраженной в создании устройств на уровне изобретения.

### Список литературы

1. Ларионов В. В., Лидер А. М., Лисичко Е. В. Непрерывный образовательный процесс по физике в ТПУ на основе проектно ориентированного обучения // Высшее образование в России. 2011. № 4. С. 46–51.
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., Пак В. В. Совместная деятельность студентов на практических занятиях по физике: формирование физических идей на уровне проекта // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2012. Вып. 2 (88). С. 106–110.
4. Ларионов В. В., Тюрюн Ю. И. Проблемно ориентированная система обучения физике в техническом университете: основные положения, современное состояние и перспективы // Сиб. пед. журн. 2009. № 2. С. 86–89.
5. Ларионов В. В. Организационно-процессуальные аспекты профессионально ориентированного обучения физике на уровне проектов при совместной деятельности студентов // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2011. Вып. 4. С. 132–138.
6. Ерофеева Г. В., Склярова Е. А. Преподавание физики в техническом вузе на современном этапе // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2012. Вып. 2 (117). С. 235–236.
7. Ларионов В. В., Мансуров Е. В., Поздеева Э. В. Формирование программно-педагогической среды для самостоятельной работы бакалавров по физике в исследовательском университете // Инновации в образовании. 2011. № 11. С. 55–63.
8. Ларионов В. В., Лидер А. М., Чернов И. П. Обучение физике в техническом университете: от стандартных задач к формированию заданий на уровне проекта // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18. № 3. С. 129–136.
9. Ларионов В. В., Писаренко С. Б., Лидер А. М. Лабораторно-проектные работы в системе физического практикума // Физическое образование в вузах. 2007. Т. 13. № 2. С. 69–78.
10. 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.
11. Baytekin H. T., Patashinski A. Z., Branicki M. et al. Mosaic of Surface Charge in Contact Electrification // Science. 2011. V. 333. P. 308.
12. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2001. 416 с.

Ларионов В. В., доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры общей физики, профессор.

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет.**

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

Материал поступил в редакцию 28.01.2013.

*V. V. Larionov*

## **INSTRUCTIONAL TECHNIQUES IN THE PROJECTS OF THE PHYSICS COURSE AT THE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

The author presents some concrete examples of projects on the problem of the surface material of the electric charges in different ways. The basis is the heterogeneity of distribution of charges arising from the friction electrification of various polymeric materials. There are presented some schemes of practical projects. It can be used in specialized schools in the course of electrodynamics.

**Key words:** *design tasks, electrification by friction, the creation of the charge distribution.*

**Tomsk Polytechnic University.**  
Pr. Lenina, 30, Tomsk, Russia, 634050.  
E-mail: larvv@sibmail.com