

УДК 53 (075.6)

## СОЗДАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТАНДАРТА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ

**Ларионов В.В., Лидер А.М.**

*ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,  
Томск, e-mail: larvv@sibmail.com*

Рассмотрено обучение физике на основе формирования универсального стандарта для физического практикума. Дано определение натурно-виртуального, виртуально-натурного эксперимента. Они составляют основу для проектной среды. Теоретической базой стандарта для проектной среды служат дифференцированный, проблемный и проектный методы обучения. В проектной среде осуществляется постановка проблемы, выдвижение гипотезы, установление сущности явления, соотнесение физических знаний и физических эффектов для их практического применения и реализации в виде учебных внедренческих проектов. Даны примеры превращения стандартных лабораторных работ по физике в проектные задания. Обсуждены возможности, предоставляемые студентам в предлагаемой системе обучения для реализации творческих способностей. Даны рекомендации по применению разработанного стандарта и приведены этапы организации проектных работ, конкретные предложения студентов. Данные педагогического эксперимента подтверждают эффективность рассматриваемой модели стандарта.

**Ключевые слова:** обучение физике, универсальный стандарт, лабораторные работы, натурные и виртуальные устройства, проектная среда

## ELABORATION OF UNIVERSAL STANDARD FOR PROJECT-ORIENTED LABORATORY WORK IN PHYSICS

**Larionov V.V., Lider A.M.**

*Tomsk polytechnic University, Tomsk, e-mail: lvv@tpu.ru*

Developed a new standard for laboratory work. Proposed to use laboratory devices: natural-virtual, virtual and field. A concept of the design environment based on laboratory work. The theoretical basis of the standard is differentiated, problem and project learning methods. Student raises a new problem, formulate a hypothesis, extends the use of the phenomenon. Objective: correlation of physical knowledge and the physical effects of its application and implementation in the form of educational promotional projects. Gives examples of the conversion of standard laboratory work in physics in the design task. Discussed the possibilities provided by the students in the present system of training for the implementation of creative abilities. Recommendations on the use of the standard and are designed stages of organization design work. Educational experiment carried out in the control and experimental group students. Students discussed concrete suggestions. This confirms the effectiveness of the proposed standard.

**Keywords:** teaching physics, design-type tasks, universal standard for laboratory work, full-scale and virtual devices, project area

Лабораторные работы являются эффективной средой для реализации проектно-ориентированного обучения физике в техническом университете. Их применение способствует формированию у будущего инженера устойчивого методологически мотивированного и ориентированного интереса к обучению физике, умения востребовать и использовать ее научное содержание в качестве методологического, экспериментального и технологического средства инженерной внедренческой деятельности. Несмотря на высокую значимость проблемы, ее комплексного решения не существует до сих пор. Требуется организация методологической направленности учебного процесса по физике в той части, которая касается поддержки эксперимента, существенно расширяющего тематику обучения и учебных исследований студентов [1, 2]. Необходимы более конкретные методические приемы и соответствующая модель применения лабораторных работ для создания на их базе

проектной среды. Такая среда представляет также основу организации самостоятельной учебно-исследовательской работы студентов младших курсов, отражающей внедренческий характер будущей профессиональной деятельности [3]. Поставленная задача может быть выполнена посредством тщательно отобранных приемов и стандартов по видам лабораторных работ в условиях развивающихся компьютерных технологий. Это является целью данной работы.

### Методы решения проблемы

В качестве варианта создания нового стандарта предлагается использовать структурные составляющие проблемно-ориентированного проектного обучения физике, которое предполагает совместную деятельность [4] на основе ИКТ, оперативное управление творческой самостоятельной работой студентов, ориентированной на овладение методами поиска и решения проблем, обучению их внедрения в жизнь.

Проблемно-ориентированная проектная система обучения физике в техническом вузе [4] способствует повышению эффективности обучения, так как включает разработку проектов на семинарских занятиях из стандартных учебников, реальных учебных проектов в период учебной практики [4], в период выполнения лабораторных работ физического практикума, усиливает внимание к обучению физике нестандартных явлений, наукоемким технологиям. При этом в качестве системообразующего элемента используется ИКТ. Критериями эффективности служат объем знаний, их прочность, умение принимать самостоятельные решения и нести ответственность за их реализацию, творческий уровень усвоения знаний, мотивацию и интерес к обучению выбранной специальности. В теоретическом плане

базой проектного обучения служит проблемное обучение, дифференцированное обучение, личностно-ориентированное обучение, включение идей об инженерном мышлении как творческом процессе (П.Л. Капица), онтодидактический подход и проектирование во всех видах учебной деятельности. Информационно-коммуникационные технологии в системе обучения физике наиболее выразительно используются посредством выполнения лабораторных работ, разработки проектов на семинарских занятиях, реальных учебных проектов в период учебной практики. Структурирование проблемы, проблемной ситуации и проблемной задачи обеспечивает формирование физических идей на уровне проекта (рис. 1). Эта схема дополняется соответствующим стандартом.

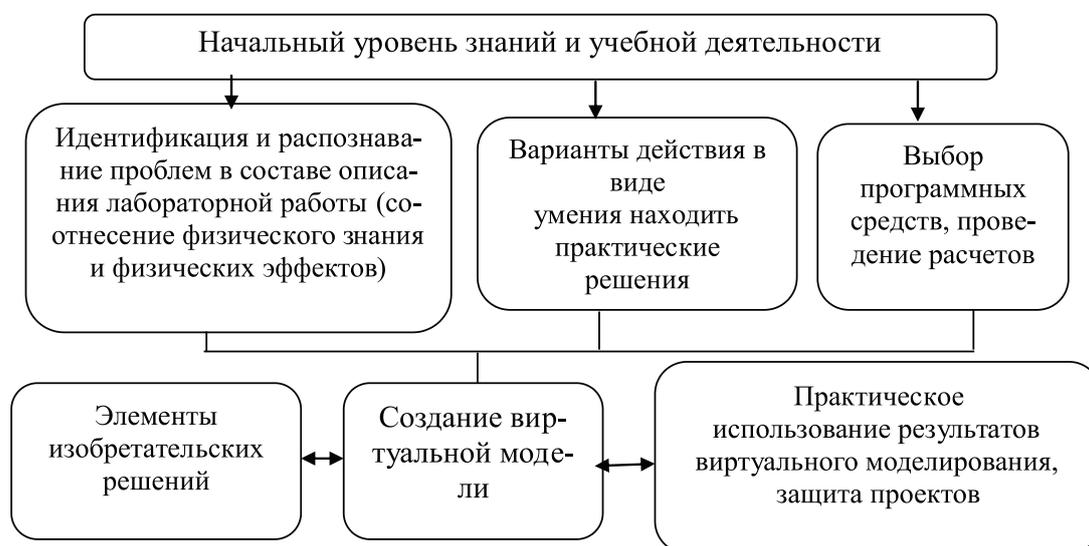


Рис. 1. Содержание этапов разработки проектов на лабораторных занятиях по физике

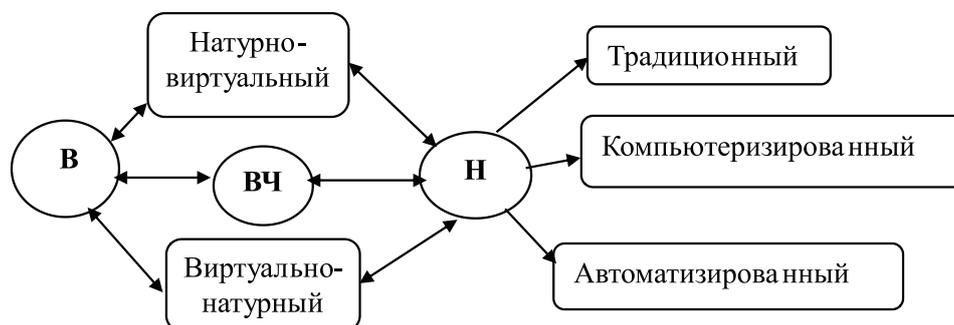


Рис. 2. Структурные составляющие физического практикума по предлагаемому стандарту

Предлагаемый стандарт содержит лабораторные работы следующего типа (рис. 2), где приняты следующие обозначения: В – виртуальный (полностью имитирующий натуральный эксперимент), Н – натуральный экс-

перимент, натурно-виртуальный – это натуральный эксперимент, сопровождаемый визуализацией явлений, протекающих на микроуровне, и недоступный непосредственному наблюдению, ВЧ – вычислитель-

ный эксперимент. Компьютеризированный эксперимент – сбор данных и обработка осуществляется с помощью компьютера и соответствующих датчиков. Автоматизированный эксперимент осуществляет управление процессом измерения.

Разработка проектов на лабораторных занятиях по предлагаемому стандарту включает следующие этапы работы студентов:

1. Формирование минигруп для разработки проектов.
2. Подбор и представление задач и лабораторных устройств проектного типа из числа имеющихся в базе кафедры физики университета.
3. Обсуждение отдельных предложений составом всей студенческой группы.
4. Для каждого утвержденного проекта с участием всех студентов составляется общий план-схемы и отдельных ее элементов для ее реализации.
5. Обсуждение возможностей технической реализации проекта (все студенты) и его финансирования (уровень кафедры и института).
6. Составление план-графика выполнения проектов на семестр.
7. Выявление и постановка проблемных ситуаций по каждому проекту (коллективное обсуждение).

8. Презентация отдельных этапов реализации проектов, представленных мини-группами.

9. Защита и демонстрация проектов.

В качестве примера приведем лабораторную работу по изучению явления интерференции. Студенты использовали фотографию реальной интерференционной картины для создания виртуального прибора. В отличие от стандартного подхода в виртуальном приборе использованы элементы натурального объекта.

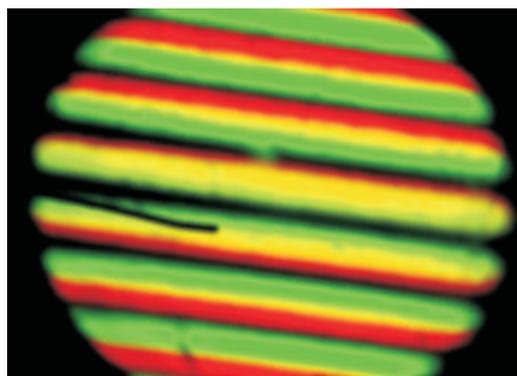


Рис. 3. Фото реальной интерференционной картины, полученной на натурном приборе. Используется для создания виртуального прибора

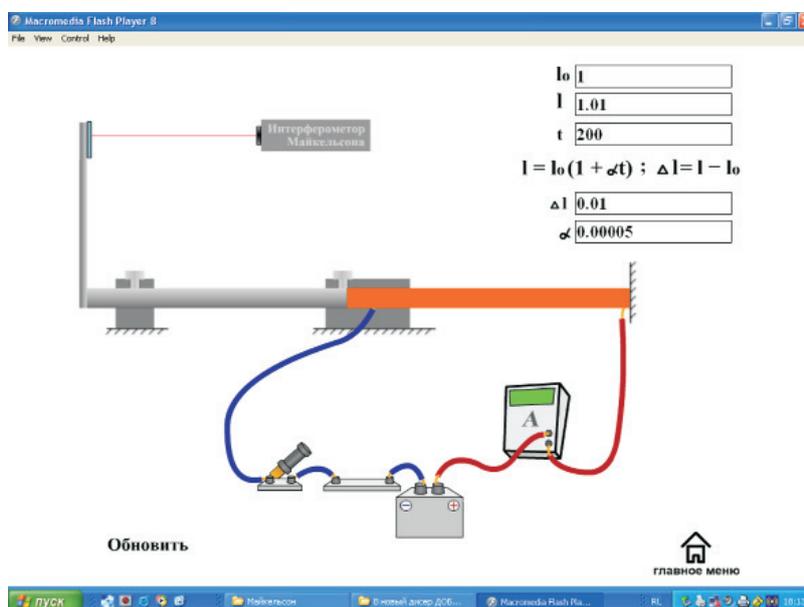


Рис. 4. Виртуально-натурный прибор для изучения явления удлинения стержня при нагревании методом интерференции

Студенты на лабораторных занятиях по изучению явления интерференции разработали проект следующего типа (рис. 4): стержень-проволоку нужно растянуть, прежде чем, например, залить бетон. Гидравлические домкраты дороги и ненадежны. Элек-

тронический нагрев быстр и дешев, но возникает противоречие между необходимым удлинением и температурой нагревания стержня. Для необходимого удлинения требуется температура 800 °С, но при 400 °С проволока теряет свои механические свой-

ства. Как устранить данное противоречие? Нужно использовать два стержня, последовательно соединенные друг с другом, и осуществить следующие действия:

- 1) нагреть стержень номер 2;
- 2) зафиксировать нагретый стержень;
- 3) охладить данный стержень.

Можно поставить вопрос о быстром охлаждении. В этом случае нужно искать материал для второго стержня. Здесь применяются тепловое воздействие и явление изменения длины при нагревании. Стержень 2 нагреть, зажать, охладить. Охлаждаясь, стержень 2 растянет стержень 1. Свойства стержня не изменятся при нагревании, но он будет растянут.

Данный пример демонстрирует использование стандарта для приобщения студентов к созданию новых виртуальных приборов. Для оценки уровня усвоения предметного материала и творческого уровня усвоения знаний использовалась методика поэлементного анализа выполнения заданий студентами контрольной и экспериментальной групп [5]. Эксперимент показывает, что большая часть студентов контрольных групп ограничивались формальным подходом, основанным на сведениях из теоретической части курса,

а при экспериментировании применяет метод действий по образцу, что соответствует репродуктивному и алгоритмическому уровням усвоения (таблица). Значительная часть студентов экспериментальных групп использовали для выполнения заданий композиционный способ выполнения задания, включая структурирование проблемы и проблемной ситуации, постановку дополнительных проблемных вопросов и создание программных средств эксперимента, проявляя продуктивный и творческий уровни усвоения (таблица). Позитивное влияние предлагаемого стандарта и схемы обучения физике оценивались по двум аспектам:

А. Уровень овладения методологией ведения проектно-ориентированных лабораторных работ натурно-виртуального типа и системного применения ИТ при выполнении учебно-исследовательской работы (применяется прежний метод (таблица).

Б. Общий уровень освоения предметных знаний и их прочность при обучении физике:

1) по результатам рейтинга, экзамена и комплексных контрольных заданий экспериментального типа;

2) по оценке результатов защиты НИР, обоснованию актуальности темы, высказыванию своей точки зрения (уровень знания);

Уровень усвоения учебного материала студентами экспериментальных и контрольных групп (пример выборки)

Элементы анализа	Относительное число студентов, %	
	Экспериментальные группы Размер выборки N = 350	Контрольные группы Размер выборки N = 367
Репродуктивный	28	62
Продуктивный	55	26
Творческий	17	12

3) по объяснению выбора плана исследования, его логичности (уровень понимания); самостоятельному составлению компьютерных программ (уровень применения); аргументированностью ответов на конференции (уровень анализа);

4) по оценке разных подходов к проблеме и самооценке в ходе выполнения проектов в составе мини-коллектива, по умению принимать самостоятельные решения и нести ответственность за их реализацию.

Исследование показало, что применение натурно-виртуальных работ преподаватели ТПУ и ряда вузов оценивают как улучшение изучения материала – 60%, улучшение понимания предмета – 21%. При этом 19% респондентов считают, что предлагаемый проектный метод недоступен в силу от-

сутствия виртуальных работ в рамках единого государственного экзамена по физике в средней школе.

### Выводы

Необходимость обеспечения методологически направленного процесса обучения физике студентов технического университета внедренческого типа делает целесообразным и возможным создание универсального стандарта на основе лабораторных работ нового типа.

1. Стандарты для проектно-ориентированной системы обучения физике позволяют формировать умения выявлять проблемные ситуации при решении познавательных задач в виде учебных проектов в условиях самостоятельной и иной учебно-исследовательской деятельности.

2. Сочетание натурального, виртуального эксперимента и моделирования в физическом практикуме является проектной средой и необходимым элементом учебной лаборатории нового поколения по физике.

3. Использование в учебном процессе видеообучающих экспериментов на основе цифровых технологий в качестве стандарта соответствует интерактивному характеру обучения, реализует его индивидуализацию и дифференциацию, позволяет формировать мини-коллективы для самостоятельной работы студентов, объединяет обучение и контроль в единый взаимосвязанный процесс.

#### Список литературы

1. Александров И.В., Афанасьева А.М., Строкина В.Р., Тучков С.В. Опыт организации проблемно-ориентированной внеаудиторной деятельности студентов // Инновации в образовании. – 2013. – № 4. – С. 120–127. 2. Ерофеева Г.В., Панкина А.С. Подготовка высокопрофессиональных специалистов в техническом университете // Наука и школа. – 2010. – № 2. – С. 16–18.
3. Ларионов В.В., Лидер А.М., Писаренко С.Б. Лабораторно-проектные работы в системе физического практикума // Физическое образование в вузах. – 2007. – Т. 13. – № 2 – С. 69–78.
4. Ларионов В.В., Поздеева Э.В., Толмачева Н.Д. Методические приемы реализации проблемно-ориентированного обучения физике в техническом университете // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4; URL: [www.science-education.ru/108-8582](http://www.science-education.ru/108-8582) (дата обращения: 25.05.2013).

5. Ларионов В.В., Тюрин Ю.И. Проблемно-ориентированное обучение физике в техническом университете // Высшее образование в России. – 2009. – № 6. – С. 156–159.

#### References

1. Aleksandrov I.V., Afanas'eva A.M., Strokina V.R., Tuchkov S.V. Opyt organizacii problem-no-orientirovannoj vneauditornoj deyatel'nosti studentov // Innovacii v obrazovanii. 2013. no. 4. pp. 120–127.
2. Erofeeva G.V., Pankina A.S. Podgotovka vysokoprofessional'nyx specialistov v texniceskom universitete // Nauka i shkola. 2010. no. 2. pp. 16–18.
3. Larionov V.V., Lider A.M., Pisarenko S.B. Laboratorno-proektnye raboty v sisteme fizi-cheskogo praktikuma // Fizicheskoe obrazovanie v vuzax. 2007. T. 13. no. 2 pp. 69–78.
4. Larionov V.V., Pozdeeva E.V., Tolmacheva N.D. Metodicheskie priemy realizacii problemno-orientirovannogo obucheniya fizike v texniceskom universitete // Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. no. 4; URL: [www.science-education.ru/108-8582](http://www.science-education.ru/108-8582) (data obrashheniya: 25.05.2013).
5. Larionov V.V., Tyurin Yu.I. Problemno-orientirovannoe obuchenie fizike v texniceskom universitete // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2009. no. 6. pp. 156–159.

#### Рецензенты:

Никитенков Н.Н., д.ф.-м.н., профессор физико-технического института Томского политехнического университета, г. Томск;  
 Пичугин В.Ф., д.ф.-м.н., зав. кафедрой теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета, г. Томск.

Работа поступила в редакцию 07.05.2013.