

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Российская академия наук
Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
Московское физическое общество
Журнал “Физическое образование в вузах”**

27-29 сентября 2016 года в Москве на базе МГТУ им. Н.Э. Баумана состоится XIV-я Международная конференция «Современный физический практикум». Конференция проводится в соответствии с планом мероприятий Министерства образования и науки Российской Федерации и Научно-методического совета по физике РФ. Программный комитет конференции приглашает ученых, преподавателей и специалистов высших, средних специальных и средних учебных заведений стран СНГ, компании-производители учебного и учебно-лабораторного оборудования, фирмы, оказывающие услуги в сфере образования, учебные и учебно-научные центры переподготовки и повышения квалификации кадров принять участие в работе конференции.

Состав Программного комитета

Сопредседатели: *С.Н. Багаев*, акад. РАН, директор ИЛФ СО РАН.
О.Н. Крохин, акад. РАН, ФИАН, проф. МИФИ.

Зам. Председателя: *В.Н. Зимин*, д.т.н., проф., проректор по научной работе МГТУ им. Н.Э. Баумана.
М.Б. Шапочкин, д.ф.-м.н., проф., председатель Правления МФО.

Члены программного комитета:

И.Э. Булыженков, проф., МФТИ(ТУ), МФО;
А.А. Воронов, проф., проректор МФТИ(ТУ);
А.Д. Гладун, проф., МФТИ (ТУ), МФО;
В.О. Гладьшев, проф., декан факультета ФН МГТУ им. Н.Э.Баумана;
Ю.А. Гороховатский, проф., РГПУ им. А.И. Герцена;
Г.В. Голубков, проф., ИХФ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, МФО;
И.Н. Завестовская, директор магистратуры МИФИ(ТУ);
В.К. Иванов, проф., СПб ГТУ;
Н.Н. Калашников, проф., зав. кафедрой общей физики МИФИ(ТУ)
П.К. Кашкаров, проф., МФТИ(ТУ);
В.Е. Карасик, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана;
Ю.Л. Колесников, проф., СПб ИТМО (ТУ);
А.В. Максимычев, проф., зав. кафедрой общей физики МФТИ(ТУ);

И.Ч. Машек, проф., СПбГУ;

А.Н. Морозов, проф., зав. кафедрой «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, МФО;

Ю.С. Песоцкий, ген. дир. МАРПУТ;

Н.С. Пурьшева, проф., МПГУ;

А.М. Салецкий, проф., МГУ им. М.В. Ломоносова;

Н.Н. Сысоев, проф., декан физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова;

Г.Г. Спириин, проф., МАИ (ТУ);

Г.П. Стефанова, проф., АГУ;

В.А. Тайченачев, д.ф.-м.н., ИЛФ СО РАН, проф., НГУ.

Ученый секретарь конференции: *Н.В. Калачев*, д.п.н., ФИАН, ФУ, МФО.

Заместитель ученого секретаря конференции: *А.А. Есаков*, МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Состав Организационного комитета

Председатель: *А.А. Александров*, д.т.н, профессор, Ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Зам. председателя: *В.О. Гладышев*, проф., декан факультета ФН МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Зам. председателя: *А.Н. Морозов*, проф., зав. кафедрой «Физика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Члены Оргкомитета:

M.C. Duffy, Prof., University of Sunderland, Sunderland, United Kingdom;

V.-O. de Haan, Prof., BonPhysics B.V., The Netherlands;

A.P. Fournier-Sikir, Prof., European Space Agency, France;

P. Rowlands, Liverpool University, Prof., United Kingdom;

А.Г. Андреев, доц., МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Б.Е. Винтайкин, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана;

В.Г. Жотииков, доц., МФТИ(ТУ);

Н.А. Задорожный, доц., МГТУ им. Н.Э. Баумана;

А.М. Зимин, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана;

В.Е. Карасик, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана;

С.Ф. Левин, проф., Московский институт экспертизы и испытаний;

О.С. Литвинов, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Л.А. Моргун, ФИАН им. П.Н. Лебедева, МФО;

С.В. Ситаров, проф., Университет гражданской авиации;

С.О. Юрченко, доц., МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Секретарь Оргкомитета: *А.А. Есаков*, МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

Конференция будет работать в пяти секциях:

I. Новые образовательные технологии

Сопредседатели: КОЛЕСНИКОВ Юрий Леонидович, д.ф.-м.н., проф.,
проректор НИУ СБИТМО;
ЗАДОРЖНЫЙ Николай Антонович, к.т.н., доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Секретарь: ТИМЧЕНКО Светлана Леонидовна, к.т.н., доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана.

II. Концептуально-методические и практические вопросы лекционного и лабораторного физического эксперимента в вузах

Сопредседатели: МАШЕК Игорь Чеславович, д.ф.-м.н., проф., СПбГУ;
ВИНТАЙКИН Борис Евгеньевич, д.ф.-м.н., проф.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Секретарь: АНДРЕЕВ Александр Григорьевич, к.т.н., доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана.

III. Инновации в лабораторном физическом эксперименте вуза

Сопредседатели: МОРОЗОВ Андрей Николаевич, д.ф.-м.н., проф.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана;
ЕРКОВИЧ Ольга Станиславовна, к.ф.-м.н., доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Секретарь: ГОЛЯК Илья Семенович, к.ф.-м.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана.

IV. Учебный физический эксперимент в системе общего образования

Сопредседатели: ПУРЫШЕВА Наталия Сергеевна, д.п.н., проф., МПГУ;
КРАВЦОВ Андрей Витальевич, к.ф.-м.н., доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана;

Секретарь: ВИНТАЙКИН Иван Борисович, МГТУ им. Н.Э. Баумана.

V. Экспериментальная физика как основа технологического предпринимательства

Сопредседатели: ПОВАЛЯЕВ Олег Александрович, к.т.н., доц., МГИУ,
генеральный директор ООО «Научные развлечения»;
ЧИКИН Вячеслав Николаевич, зам. зав. каф. «Технологического предпринимательства» Роснано в МФТИ;

Секретарь: ГЕРАСИМОВ Юрий Викторович, к.ф.-м.н., доц.,
МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ

26 сентября 2016 г. День заезда и расселения участников конференции

27 сентября 2016 г. 1-й день:

- 9⁰⁰–10⁰⁰ **Регистрация участников** (главный корпус МГТУ, ауд. 345)
- 10⁰⁰–10³⁰ Открытие конференции, главный корпус МГТУ, ауд. 345
соруководители программного комитета, академики, *Багаев С.Н., Крохин О.Н.*
Приветственное слово, руководство МГТУ
- 10³⁰–18⁰⁰ **Пленарные заседания** – главный корпус МГТУ, ауд. 345
- 10³⁰–11⁰⁰ **КОНЦЕПЦИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ОСНОВЫ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО**
И.В. Баранов, Ю.Л. Колесников, А.А. Королев
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
- 11⁰⁰–11³⁰ **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА МАГИСТРАНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ФИЗИКА» В РГПУ ИМЕНИ А.И. ГЕРЦЕНА**
В.М. Грабов, Д.М. Долгинцев, В.А. Комаров, В.П. Пронин, Е.Ю. Семенова, И.И. Хинич
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
- 11³⁰–12⁰⁰ **СОЗДАНИЕ ДОМОВ ФИЗИКИ В ВЕДУЩИХ УНИВЕРСИТЕТАХ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ТРЕНД КОМПЛЕКСНОГО ОБНОВЛЕНИЯ КАФЕДР ФИЗИКИ**
Ю.С. Песоцкий, В.С. Блохин, Е.В. Шошин
ООО «Русучприбор»; ООО Профистенд; НИТУ МИСИС
- 12⁰⁰–12³⁰ **СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**
В.А. Белавин, Г.Г. Подварков, В.В. Радченко
НИИ Ядерной физики МГУ
- 12³⁰–13³⁰ Обед

2-е пленарное заседание – главный корпус МГТУ, ауд. 345

- 13³⁰–14⁰⁰ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ МОСКОВСКОГО ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
А.В. Максимычев, В.В. Усков
Московский физико-технический институт (государственный университет)
- 14⁰⁰–14³⁰ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В.А. Аксёнов, Н.В. Калачев, С.М. Кокин
Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II;
Финансовый университет при Правительстве РФ
- 14³⁰–15⁰⁰ ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ
А.М. Зимин, А.Н. Морозов, В.И. Тройнов, А.В. Шумов
МГТУ им. Н.Э. Баумана
- 15⁰⁰–15³⁰ СТУДЕНЧЕСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ – НОВЫЙ ФОРМАТ И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ
А.Н. Морозов, Б.Г. Скуйбин
МГТУ им. Н.Э. Баумана
- 15³⁰–16⁰⁰ Кофе-брейк
- 16⁰⁰–16³⁰ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ОБРАЗЦОВ, НАПЕЧАТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ FDM ТЕХНОЛОГИИ
А.Е. Иванова, С.С. Колмаков, Б.Г. Скуйбин, И.А. Лаптев
МГТУ им. Н.Э. Баумана
- 16³⁰–17⁰⁰ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СВЕЯЩЕГОСЯ ПЛЕКСИГЛАСА С ДОБАВКАМИ ЛЮМИНОФОРА
В.П. Герасимов, Р.Н. Ростовцев
Тульский государственный университет

Выставка учебной техники – (холл 2 этаж Дом физики МГТУ)

28 сентября 2-й день: – работа секций Дом физики МГТУ**Секция I. Новые образовательные технологии**10⁰⁰–17⁰⁰12⁰⁰–13⁰⁰ Обед15⁰⁰–15³⁰ Кофе-брейк**Доклады****1. КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИМУЛЯТОР ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ГАЛЬВАНО-МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ» ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА**

*И.Б. Винтайкин, Б.Е. Винтайкин, С.А. Бахтибаева,
Т.А. Турмамбеков, К.М. Беркимбаев, П.А. Саидахметов*
МГТУ им. Н.Э. Баумана

2. ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ В МЛАДШИХ КЛАССАХ И СТАРШЕЙ ШКОЛЕ И ПЕРЕХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТАХ

Н.Т. Долчинков, Б.Е. Караианова–Долчинкова
Национальный военный университет «Васил Левски»

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

*Н.А. Задорожный, С.Л. Тимченко, Б.Е. Винтайкин, С.Д. Быков,
В.Д. Мараков*
Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

4. НОВАЯ МОДЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

И.В. Кузнецова
Специализированный научно-учебный центр школа-интернат им. А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

5. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ В ИХ РАЗНООБРАЗНЫХ АСПЕКТАХ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ УРОКОВ ФИЗИКИ В СООТВЕТСТВИИ С ФГОС

Е.Б. Лысенко
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение «Промышленно-технологический колледж»

6. О РАБОТЕ С ПЕДАГОГАМИ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ МГУПС (МИИТ)

Н.В. Калачев, С.М. Кокин, В.А. Никитенко, А.В. Пауткина*
Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II
*Финансовый университет при Правительстве РФ

7. ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ НА БАЗЕ

РЕСУРСНОГО ЦЕНТРА ПЕТРГУ

А.И. Назаров, А.А. Платонов, Е.И. Прохорова
Петрозаводский государственный университет

8. ЦИФРОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

А.И. Скворцов, А.И. Фишман
Казанский федеральный университет, Институт физики

9. ДИСТАНЦИОННЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ И
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИ-
ЧЕСКОГО ВУЗА

О.Н. Третьякова
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

10. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ В
ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

С.В. Костарев, Ю.С. Остроумова, С.Д. Ханин
Военная академия связи им. С.М. Буденного;
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Краткое сообщение

1. КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Л.М. Матвеева, Б.А. Сусь
Башкирский государственный университет;
Институт телекоммуникаций и информатизации

**Секция II. Концептуально-методические и практические вопросы
лек-ционного и лабораторного физического эксперимента в вузах**

Доклады

1. ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАДАЧИ «ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙТ-
РОННОЙ АКТИВАЦИИ АЛЮМИНИЯ»

Е.А. Андреев, С.Б. Морозов
НИЯФ МГУ

2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ СТУДЕНТОВ-ГУМАНИТАРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

М.А. Бабаева
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

3. ОПТИКА: ОТ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ДО ДИПЛОМНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Н.А. Авдеев, О.Я. Березина, А.А. Хянин
Петрозаводский государственный университет

4. ОЦЕНКА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ
ВЕЛИЧИН В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Т.Р. Степанова, Е.Н. Вякхи

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

5. ПОЮЩИЕ ЗАДАЧИ ПРИ ДОПУСКЕ И СДАЧЕ В ОБЩЕМ ЯДЕРНОМ
ПРАКТИКУМЕ

И.М. Зверева, Н.Ю. Казарина, Э.И. Кэбин, Е.В. Широков, Л.А. Янин

НИЯЯФ МГУ

6. ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТАХ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ИЗУЧАЮЩИХ ФИЗИКУ И ХИМИЮ

Н.А. Задорожный, С.Л. Тимченко, Н.И. Юрасов, И.И. Юрасова

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

7. ДЕМОСТРАЦИОННО-ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ
«МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ»

С.В. Ланкин, Ю.О. Иванюк

Благовещенский государственный педагогический университет

8. ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ИЛИ КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИМУЛЯТОР?

А.А. Лужков, И.О. Попова, И.И. Хинич

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

9. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НАТУРНЫХ ЛЕКЦИОННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИ-
МЕНТОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ЦИФРОВЫМ ЗАПОМИНАЮЩИМ
ОСЦИЛЛОГРАФОМ С КОМПЬЮТЕРНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Е.А. Игнатьева, К.Б. Лукин

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

10. ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЧЕБНЫХ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕРЕНИЯ
ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И ДИСПЕРСИИ ВОЗДУХА ИНТЕРФЕРО-
МЕТРОМ ЖАМЕНА

Ю.П. Михайличенко

Томский государственный университет, физический факультет

11. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ
УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

О.Г. Ревинская, Н.С. Кравченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

12. ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗЫ Р-ВОЛНЫ ПРИ ОТРАЖЕНИИ ОТ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА
ДВУХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Ф.В. Скрипник, Н.А. Задорожный, Е.В. Корогодина, С.Л. Тимченко
Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

13. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ
СВЕТА НА РЕШЕТКАХ. ЭФФЕКТ ТАЛЬБОТА

Б.Г. Скуйбин, Е.В. Смирнов
МГТУ им. Н.Э. Баумана

14. ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ПРОВЕДЕНИЮ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В
ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ

В.В. Смирнов, Г.П. Стефанова
Астраханский государственный университет

15. МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ КУРСЕ
ЛЕКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ СТОЯЧИХ ОДНОМЕРНЫХ ВОЛН

С.М. Курашев
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

16. ФИЗИКА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ КАК ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ
В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Ю.С. Остроумова, В.В. Рычгорский, С.Д. Ханин
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

Краткие сообщения

1. ОПЫТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К ВЫПОЛ-
НЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

О.Я. Березина, Е.Л. Казакова, О.В. Сергеева
Петрозаводский государственный университет

2. О ФИЗИКЕ КАК О СОЗДАННОЙ ЧЕЛОВЕКОМ НАУКЕ

И.А. Бориев
Филиал Института энергетических проблем химической физики им. В.Л. Тальрозе

3. СОВМЕЩЁННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.А. Босенко
Старооскольский филиал Российского государственного геологоразведочного
университета им. Серго Орджоникидзе (СОФ МГРИ-РГГРУ)

4. СИТУАЦИОННЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ПО РЕАЛИЗАЦИИ
КОНЦЕПЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ В СИСТЕМЕ
НЕПРЕРЫВНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО

И.В. Гавриленкова

Московский государственный медико-стоматологический университет имени
А.И. Евдокимова

5. К СИСТЕМАТИЗАЦИИ ОБОЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

М.К. Гусейханов, Т.А. Гуйдалаева

Дагестанский государственный университет

6. ОЦЕНКА КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У ИНОСТРАННЫХ
СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО
ФИЗИКЕ НА ЯЗЫКЕ-ПОСРЕДНИКЕ В МЕДВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ФГОС

Д.В. Коврижных

Волгоградский государственный медицинский университет

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ
ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А.В. Кузнецова, В.А. Белянин

Марийский государственный университет

8. ДИФРАКЦИЯ ФРЕНЕЛЯ. ЗОННАЯ ПЛАСТИНКА

С.М. Курашев

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

9. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА В
МУЛЬТИМЕДИЙНОМ ФОРМАТЕ. КАК РАЦИОНАЛЬНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ
ПОТЕНЦИАЛ ЛЕКЦИОННЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ?

С.М. Курашев

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

10. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕЕМСТВЕННОГО ФИЗИЧЕСКОГО
ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО СТРАТЕГИЮ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНО-
СФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Н.А. Леонова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

11. УПРАВЛЕНИЕ ОБУЧЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОННОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

А.Е. Машукова, А.В. Машуков

Сибирский федеральный университет

12. ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ КРИВИЗНЫ
ПОВЕРХНОСТИ ТОНКИХ ПЛАСТИНОК

С.Б. Рыжиков, Ю.В. Рыжикова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

13. О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ В СТУДЕНЧЕСКОМ ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Т.А. Семенова

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

14. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

Л.В. Чиликанова, Т.О. Павлова

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет (НИ ИрГТУ)

Секция III. Инновации в лабораторном физическом эксперименте вуза

Доклады

1. ПРОВЕДЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА НА БАЗЕ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА

С.В. Афанасьев, Д.Г. Сакулин, А.В. Чураков

Государственный университет «Дубна», Объединенный институт ядерных исследований

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ ПОЛЕЙ И ТОКОВ СМЕЩЕНИЯ

В.С. Барилко, М.Н. Неруш

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

3. ПРИМЕНЕНИЕ СМАРТФОНА В ФИЗИЧЕСКОМ ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Н.В. Ермолаева, В.И. Ратушный, Д.А. Севастьянов, Ю.А. Усикова

Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ МИФИ

4. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИННОВАЦИЯМ В УЧЕБНОМ ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Л.В. Горчаков, В.С. Заседатель, М.Я. Стоянова

Национальный исследовательский Томский государственный университет

5. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСТАНОВОК

А.Е. Иванова, С.С. Колмаков, Б.Г. Скуйбин, И.А. Лаптев

МГТУ им. Н. Э. Баумана

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕМЕ «КЛАССИЧЕСКИЙ РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ В ПЛЕНКАХ ПОЛУМЕТАЛЛОВ»

В.М. Грабов, В.А. Комаров, Н.С. Каблукова, Е.В. Демидов

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

7. ДЕМОНСТРАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА КВАНТОВОГО ЛАСТИКА НА ПРИМЕРЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

*Е.О. Киктенко, Е.Ю. Власов, А.Н. Назаров, И.А. Закоморный,
Д.А. Малов, Б.Г. Скуйбин*
МГТУ им. Н.Э. Баумана

8. ТУННЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ЧЕРЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ БАРЬЕР

Д.Ч. Ким, В.И. Карпущин
СУНЦ ИГУ

9. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ И ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ НИЯУ МИФИ

Н.А. Клячин, А.Ю. Матрончик, Е.В. Хангуляя
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

10. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ТАЛБОТА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ДИАПАЗОНЕ

М.П. Крикунова, В.М. Перебасова
МГТУ им. Н.Э. Баумана

11. ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ООО «НАУЧНЫЕ РАЗВЛЕЧЕНИЯ» НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ ИМ В.А. ФАБРИКАНТА ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

*С.В. Григорьев, Л.Г. Латина, О.В. Петрова, О.А. Поваляев,
С.В. Хоменко*
НИУ МЭИ

12. НОВАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ДЛЯ ВУЗОВ «ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ»

В.В. Ларионов, А.М. Лидер, В.В. Пак, Г.Н. Сотириади
Томский политехнический университет

13. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ В УЧЕБНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Л.К. Митрюхин
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

14. ПРАКТИКУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИБОРОВ С ГЕТЕРОСТРУКТУРАМИ

В.И. Индришенок, Е.Ф. Певцов
Московский технологический университет (МИРЭА)

15. СОВРЕМЕННЫЕ РОССИЙСКИЕ СПЕКТРОМЕТРЫ В ВУЗОВСКОМ ПРАКТИКУМЕ

О.А. Поваляев, С.В. Хоменко, Н.К. Ханнанов, М.Н. Ханнанов
ООО «Научные развлечения»

16. КОМПЛЕКТОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО
ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ В КЛАССИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ

А.И. Скворцов

Казанский федеральный университет, Институт физики

17. О СОТРУДНИЧЕСТВЕ КАФЕДР ФН4 И ИУ7 МГТУ ИМ. Н. Э. БАУМАНА
ПРИ ПОСТАНОВКЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ СТУДЕНЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ (СЭЛФ)

А.Н. Морозов, И.В. Рудаков, Т.Н. Романова, Б.Г. Скуйбин,

Г.А. Щетинин

МГТУ им. Н.Э. Баумана

19. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СПЕКТРОВ ФОТО-
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛА РУБИНА И ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

В.С. Горелик, С.С. Жаров, А.В. Жук, Б.Г. Скуйбин, В.А. Федосов,

Е.С. Шкарупелов

МГТУ им. Н.Э. Баумана

20. ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАГООБМЕНА
КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛ

Н.В. Скуратов, И.В. Сапожников, Д.А. Самойленко

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана

Краткие сообщения

1. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ (СЭЛФ)

Н.А. Афонькина

Aix-Marseille University, Marseille, France, МГТУ им. Баумана

2. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ СТРАТИФИКАЦИИ
МАГНИТОАКТИВНОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ

Д.А. Белозор, А.В. Козырев, А.В. Ланцов

МГТУ им. Н.Э. Баумана

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ
ВОЛН В ИХ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Е.Ю. Власов, К.В. Шаврина, В.И. Демьяненко, А.В. Новиков,

Е.О. Киктенко, Б.Г. Скуйбин

МГТУ им. Н.Э. Баумана

4. НОВЫЙ ПРАКТИКУМ ПО РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКЕ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ И МЕДИКОВ

*А.П. Черняев, О.И. Гавриленко, А.С. Чепурнов, В.В. Радченко,
С.М. Варзарь, П.Ю. Борщеговская, Г.А. Крусанов*
НИИЯФ МГУ имени Д.В. Скобельцына

5. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРА ДАННЫХ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАГЛЯДНОСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Н.В. Кузнецов, Т.Н. Романова, Б.Г. Скуйбин
МГТУ им. Н.Э. Баумана

6. КОМПЛЕКС СОВРЕМЕННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА БАЗЕ ПРИБОРОВ ПО РАССЕЯНИЮ СВЕТА PHOTOCOR

*В.С. Ашихмин, А.Т. Берестов, В.А. Дешабо, И.А. Дмитриева,
С.А. Долгушин, В.И. Косов, В.Н. Курьяков, Д.И. Юдин, И.К. Юдин*
ИПНГ РАН

7. КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПРАКТИКУМА «ФИЗИКА, ХИМИЯ И ГЕОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ». ЧАСТЬ II. НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Е.Д. Мухина, А.Ю. Колесников, Т.Б. Барышева, А.И. Черноуцан,
В.Г. Кучеров*
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

8. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ РУБИНЕ

В.О. Гладышев, В.С. Горелик, Д.И. Портнов, В.В. Филатов
МГТУ им. Н.Э. Баумана

9. ЭФФЕКТ ТАЛБОТА. ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКИХ ГАРМОНИК И СОКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА

*Т.Н. Романова, Л.Р. Салбиева, Б.Г. Скуйбин, Е.В. Смирнов,
Г.А. Щетинин*
МГТУ им. Н.Э. Баумана

10. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ»

И.Н. Евдокимов, Н.Ю. Елисеев, А.П. Лосев, А.А. Фесан
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PHYSICS TOOLBOX ДЛЯ ПАКЕТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ФИРМЫ PHUWE С КАТУШКАМИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА

А.В. Козырев, А.А. Швэйковский
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Секция IV. Учебный физический эксперимент в системе общего образования

Доклады

1. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ «МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»

*А.В. Аганов, О.В. Недопекин, Л.Ф. Галиуллина, К.С. Усачев,
Д.А. Таюрский*

Институт физики, Казанский (Приволжский) федеральный университет

2. ЭФФЕКТИВНАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ ЗАКОНА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

В.Я. Бирюков, В.П. Лабендик

Институт транспорта и связи

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ МЕТАПРЕДМЕТНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «НЕУРОКИ» В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

О.Н. Бочкарева, И.И. Беспаль

Челябинский государственный педагогический университет

4. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ

Е.И. Вараксина, В.В. Майер

Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко

5. ПРОБЛЕМА ВИРТУАЛИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Е.В. Донскова

Волгоградский государственный социально-педагогический университет

6. ОТ ЯДЕРНОГО УНИВЕРСИТЕТА К УНИВЕРСИТЕТУ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АКАДЕМИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ НИЯУ МИФИ

*И.Н. Завестовская, Н.С. Барбашина, М.Г. Ганченкова, Н.И. Каргин,
А.П. Кузнецов, С.Ю. Мисюрин, М.Н. Стриханов*

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

7. ВЫСШАЯ ШКОЛА ФИЗИКОВ ИМЕНИ Н.Г. БАСОВА: 45 ЛЕТ УСПЕХА

*И.Н. Завестовская, М.С. Григорьева, О.Н. Крохин, И.В. Сорока,
И.М. Тулицын, В.В. Шестаков, А.А. Фроня, И.И. Яшин*

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

8. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА ИЗОТОПОВ В ЦЕПОЧКЕ РАДОНА-222

С.С. Бельшев, И.М. Зверева, К.Ю. Мальшев, А.В. Сомиков

НИИЯФ МГУ

9. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ
ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ

Е.И. Вараксина, В.В. Майер

Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко

10. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИ-
КАЦИЙ ЗАКОНА МОЗЛИ

Н.В. Коротченко, С.С. Красильников, Е.Ю. Мелкумова, В.В. Тарасова

НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова

11. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ОТ «НАУЧНЫХ РАЗВЛЕЧЕНИЙ» В
ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

О.А. Поваляев, С.В. Хоменко, Н.К. Ханнанов, В.С. Морозов

ООО «Научные развлечения»

12. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ МЕТЕОСТАНЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
УЧЕБНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

В.А. Белянин, О.Ю. Ростовцева

Марийский государственный университет

13. СОВРЕМЕННЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ SIMM
И МОДУЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ САЕН

О.И. Гавриленко, А.С. Чепурнов, В.В. Радченко, М. Качча,

К. Маттоне

МГУ имени М.В. Ломоносова

14. ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ КРУЖКА ПО ПОДГОТОВКЕ ШКОЛЬНИКОВ К
УЧАСТИЮ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ТУРАХ ОЛИМПИАД ПО ФИЗИКЕ

П.С. Тихонов, Ю.А. Черников, А.А. Якута

ГБОУ г. Москвы «Школа № 1329»

15. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЗАДАЧА «ЗНАКОМСТВО С АНИЗОТРОПИЕЙ
УПРУГИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕД С ПОМОЩЬЮ ЗВУКОВЫХ
И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН»

Н.Д. Трушников, Ю.А. Черников, А.А. Якута

Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

16. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
МОСКОВСКОГО ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

А.В. Максимычев, В.В. Усков

Московский физико-технический институт (государственный университет)

16. ЭКСПЕРИМЕНТ НА УРОКЕ КАК ФАКТОР ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

И.Я. Филиппова

ГБОУ СОШ 138

17. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ЛАМИНАРНОМ ПОТОКЕ

В.С. Юнин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Краткие сообщения

1. КЛАССИЧЕСКАЯ ШКОЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ВЫПОЛНЯЕТСЯ НЕВЕРНО

Д.М. Арсениевич, А.В. Юрьев

НИЯУ МИФИ

2. РЕАЛИЗАЦИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Н.С. Классен

МОУ «Волосовская СОШ № 2»

3. «ФИЗИЧЕСКИЙ ФЕЙЕРВЕРК» ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

В.С. Антипенко, С.М. Кокин, В.А. Никитенко, А.В. Пауткина,

А.П. Прунцев, В.А. Селезнёв

Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II

4. РАРИТЕТНЫЕ ОШИБКИ В КЛАССИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

А.В. Юрьев, Н.С. Якубов

ОЧУ Лингвистическая школа

Секция V. Экспериментальная физика как основа технологического предпринимательства

Доклады

1. ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОФИТОЦЕНОЗА СО СТРУКТУРНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ, ПРОИСХОДЯЩИХ В НИХ ПРИ ЭТОМ

О.М. Алыкова, В.В. Смирнов

Астраханский государственный университет

2. ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ОБРАЗЦОВ, НАПЕЧАТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ FDM ТЕХНОЛОГИИ

А.Е. Иванова, С.С. Колмаков, Б.Г. Скуйбин, И.А. Лаптев

МГТУ им. Н.Э. Баумана

3. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СВЕЯЩЕГОСЯ ПЛЕКСИГЛАСА С ДОБАВКАМИ ЛЮМИНОФОРА

В.П. Герасимов, Р.Н. Ростовцев

Тульский государственный университет

Длительность пленарного доклада 20 минут и 15 минут обсуждение, длительность устного доклада 10 минут и 10 минут обсуждение, длительность краткого сообщения 5 минут (обсуждение не предусмотрено).

**29 сентября – 3-й день: Пленарные заседания и закрытие конференции –
главный корпус МГТУ, ауд. 433**

- 10⁰⁰–10³⁰ ФГОС ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПОДГОТОВКА
УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
Н.С. Пурьшева, Д.А. Исаев
Московский педагогический государственный университет
- 10³⁰–11⁰⁰ ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ
ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ У ШКОЛЬНИКОВ, ПЛАНИРУЮЩИХ
ПОСТУПАТЬ УЧИТЬСЯ В ТЕХНИЧЕСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ
Н.В. Калачев, С.М. Кокин, В.А. Никитенко, А.В. Пауткина
Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II
Финансовый университет при Правительстве РФ
- 11⁰⁰–11³⁰ ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ
АГРОФИТОЦЕНОЗА СО СТРУКТУРНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ,
ПРОИСХОДЯЩИХ В НИХ ПРИ ЭТОМ
О.М. Алыкова, В.В. Смирнов
Астраханский государственный университет
- 11³⁰–13⁰⁰ Выступление руководителей секций.
13⁰⁰–14⁰⁰ Обед
14⁰⁰–15⁰⁰ Прения. Подведение итогов конференции.

Выставка учебной техники – (холл 2 этаж Дом физики МГТУ)

Сопредседатели Программного комитета конференции:

академик

С. Н. Багаев

академик

О. Н. Крохин

Секция I. Новые образовательные технологии**Пленарные доклады**

УДК 53.02, 53.05, 53.07

**КОНЦЕПЦИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ
КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ОСНОВЫ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО**

Игорь Владимирович Баранов, Юрий Леонидович Колесников,
Александр Александрович Королев

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
197101 Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49; e-mail: baranov@mail.ifmo.ru,
yury_kolesnikov@mail.ru, korolev@phd.ifmo.ru

Приведено описание курса общей физики Университета ИТМО. Дано посеместровое описание курса, читаемого с 1 сентября 2016/2017 учебного года с указанием используемого лабораторного оборудования.

Ключевые слова: естественнонаучное образование, курс физики, лабораторное оборудование, учебный процесс.

Авторы понимают основную цель естественнонаучного образования – воспроизводство научной картины мира. Основное внимание в рамках данной концепции, по нашему мнению, следует уделить физике как фундаменту естественнонаучной картины мира. При этом внимание следует уделить как изучению фундаментальных законов физики, так и изучению основ физического эксперимента, и умению моделировать физические процессы и явления.

С 2016/2017 учебного года для большинства направлений бакалавриата изучение курса общей физики будет начинаться со второго семестра (ранее изучение курса велось с первого семестра). Такое преобразование связано с тем для изучения курса физики необходимо знание некоторых разделов высшей математики (интегральное, дифференциальное исчисление, дифференциальные уравнения и т.п.), которые не изучаются в начале первого семестра. В связи с освобождением первого семестра предлагается ввести вводный курс по ликвидации безграмотности. Он необходим, так как подавляющее большинство первокурсников ЕГЭ по физике не сдавали.

Основной курс физики Университета ИТМО рассчитан на 3 семестра. При этом в рамках курса физики предлагается уделять внимание не только представлению об

элементарной физике, как аксиоматической науке. Но также уделить внимание таким концептуальным разделам, как статистическая физика; квантовая физика; *элементы* квантовой теории поля и физики элементарных частиц. Первый из семестров курса планируется посвятить изучению классической механики и статистической физики с термодинамикой. Эта часть курса поддерживается лабораторным практикумом на основе установок, производимых ООО “Специальное проектно-конструкторское бюро” из Санкт-Петербурга (<http://spkb-spb.ru>), а также установками собственного производства. В следующем семестре студенты будут изучать основы классической электродинамики, колебания и волновые процессы. Данная часть курса будет поддерживаться лабораторным практикумом разработки научно исследовательской лаборатории техники эксперимента (www.opprib.ru) [1, 2] Новосибирского государственного технического университета и стендами собственной разработки. Наконец последний семестр курса посвящен волновой и квантовой оптике и таким мировоззренческим разделам, как основам квантовой механики и физики элементарных частиц. В зависимости от специализации пожеланий выпускающих кафедр эта часть курса поддерживается лабораторным практикумом научно–исследовательской лаборатории техники эксперимента (www.opprib.ru) Новосибирского государственного технического университета и натурным и лабораторными установками на базе оборудования фирмы RHYWE [3] и стендах собственной разработки [4].

Литература

1. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2003.
2. *Королёв А.А., Курашова С.А.* Физика твёрдого тела. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 78 с.
3. RHYWE. Лабораторные эксперименты по физике. RHYWE System GmbH Co.
4. *Баранов И.В., Буравой С.Е., Курепин В.В., Платунов А.Е., Платунов Е.С., Тамбулатова Е.В.* Физика. Лабораторные работы по физике низких температур, часть 1 – СПб: Университет ИТМО, 2013 – 64 с.

PACS: 01.40.gb, 01.50.Pa, 01.50.Qb

The Concept of Course of Physics as the Fundamental Basis of Science Education at the ITMO University

I.V. Baranov, Yu.L. Kolesnikov, A.A. Korolev

Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies,

Mechanics and Optics (ITMO University)

197101, Russia, St.-Petersburg, Kronverksky Ave 49

E-mail: korolev@phd.ifmo.ru, yury_kolesnikov@mail.ru, barigor@mail.ru

The description of the General physics courses of the ITMO University. This semester the course description, to read from 1 September 2016/2017 year with the indication of used laboratory equipment.

Keywords: Science education, course of physics, physics laboratory equipment, educational process.

УДК 378.4 378.147

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА МАГИСТРАНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ФИЗИКА» В РГПУ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА

Владимир Минович Грабов, Дмитрий Михайлович Долгинцев,
Владимир Алексеевич Комаров, Владимир Петрович Пронин,
Елена Юрьевна Семенова, Иосиф Исаакович Хинич

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48; e-mail: thphys@herzen.spb.ru

Обсуждаются особенности организации и содержания научно-исследовательской практики при подготовке магистров по университетским образовательным программам «Физика наноструктур и наноэлектроника» и «Физика конденсированного состояния вещества». Практика ориентирована на освоение методов формирования и анализа микронных и субмикронных тонкопленочных структур.

Ключевые слова: магистерская программа, научно-исследовательская практика, микро- и наноразмерные структуры, индивидуальные траектории, профессиональные компетенции.

Магистерские программы «Физика наноструктур и наноэлектроника» и «Физика конденсированного состояния вещества», реализуемые в РГПУ им. А.И. Герцена, направлены на обеспечение университетской подготовки физиков-исследователей, характерной особенностью которой является сочетание фундаментальной научной подготовки в области физики с широкой естественнонаучной подготовкой и углубленной подготовкой в области физики конденсированного состояния, физики низкоразмерных структур и наноструктур с формированием навыков создания, диагностики структуры и качества исследуемых объектов и выполнением исследований физических свойств без ориентации на конкретную узкую область применения [1-2]. Особое внимание при построении и реализации указанных магистерских программ уделяется организации и проведению научно-исследовательской практики [1], которая проводится в два этапа: первый этап – на базе РГПУ им. А.И. Герцена, второй – на базе потенциального работодателя, Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН.

За время действия указанных образовательных программ магистратуры в РГПУ им. А.И. Герцена была существенно модернизирована приборно-материальная база научно-исследовательской практики, организованы научно-исследовательский институт физики (НИИФ) и Междисциплинарный ресурсный центр коллективного пользования (МРЦКП), научные лаборатории и подразделения которых были оснащены современным научно-технологическим, научно-диагностическим и научно-исследовательским оборудованием. Программа научно-исследовательской практики

на базе НИИФ и МРЦКП обеспечивает сочетание ознакомления с имеющимся комплексом методов и техники создания, диагностики и исследования физических свойств твердых тел, кристаллов, полимеров, композитов, низкоразмерных и наноразмерных объектов с углубленным изучением по индивидуальным траекториям конкретных методов, применяемых каждым из студентов магистратуры в своих исследованиях по плану выпускной квалификационной работы.

Для характеристики содержания и организации научно-исследовательской практики подробно проанализируем одно из направлений, обеспечивающее совокупность индивидуальных траекторий, связанных с формированием, диагностикой и исследованием пленочных структур. Методами формирования тонкопленочных структур, с которыми знакомятся магистранты в рамках практики, являются: сверхвысоковакуумное напыление, ионно-плазменное напыление, магнетронное распыление, химическое осаждение. Основные объекты исследований определяются научными направлениями, развиваемыми в РГПУ им. А.И. Герцена: органические пленки, углеродные структуры, тонкопленочные покрытия на основе нитридов и карбидов металлов, композитные пленки на основе цирконата-титаната свинца и других сегнетоэлектрических материалов, а также пленки полуметаллов на основе висмута.

Используемыми в научно-исследовательской практике методами анализа являются: оптическая микроскопия и интерферометрия, спектральная эллипсометрия, рентгеновская дифрактометрия и методика полного внешнего отражения рентгеновских лучей, методики растровой электронной микроскопии, включая методику анализа микрокристаллической структуры методом дифракции отраженных электронов, методики атомно-силовой микроскопии, включая двухпроходные методики.

Научно-исследовательской практике предшествуют обзорные лекции по проблеме формирования и диагностики тонкопленочных структур. Основным компонентом практики является работа магистрантов в научных лабораториях НИИФ и подразделениях МРЦКП по освоению методов формирования и анализа тонкопленочных структур. Каждый магистрант получает индивидуальный маршрут исследований, обязательными элементами которого являются формирование тонкопленочного покрытия на заданной подложке, определение толщины сформированного слоя одним или несколькими методами, определение элементного состава пленки методами рентгеновского флуоресцентного анализа или рентгеновского микроанализа, определение морфологии пленки методами атомно-силовой и растровой электронной микроскопии, определение кристаллической структуры пленок методами рентгеновской дифрактометрии и дифракции отраженных электронов в растровой электронной микроскопии. Практическая часть индивидуальной траектории завершается формированием заданной тонкопленочной структуры методами

электронной литографии, измерением ее основных физических параметров.

Заключительным этапом практики является подготовка отчета о проделанной работе и его представление в виде доклада на конференции магистрантов, посвященной подведению итогов. При этом оценку степени сформированности соответствующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций осуществляет экспертное сообщество в составе руководителей образовательных программ, ответственных за организацию практики и научных руководителей магистрантов [1]. Накопленный опыт реализации научно-исследовательской практики по представленной методике в РГПУ им. А.И. Герцена показал ее высокую эффективность.

Литература

1. *Бордовский Г.А., Анисимова Н.И., Гроховатский Ю.А., Грабов В.М., Зайцев А.А., Парфеньев Р.В., Семенова Е.Ю.* Особенности структуры и реализации магистерских программ по направлению «Физика» в Герценовском университете. Физическое образование в вузах, 2016. Т. 22. № 2. С. 5-15.
2. *Семенова Е.Ю.* Система профессиональной подготовки физиков-исследователей в РГПУ им. А.И. Герцена // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2013. № 157. С. 131-135.

PACS 01.40.+d, 01.40.gb

Research Practice of Graduate Students in Physics at Herzen State Pedagogical University

V.M. Grabov, D.M. Dolgintsev, V.A. Komarov, V.P. Pronin, E.U. Semenova, I.I. Khinich

*Herzen State Pedagogical University,
48 Moika River Embankment, Saint-Petersburg, 191186,
e-mail: thphys@herzen.spb.ru*

Particularities of organization and maintenance of scientific and research practice as a part of Master's degree university educational programs "Physics of nano-structures and nano-electronics" and "Physics of condensed state of matter" are discussed. The practice is focused on mastering methods of creation and analysis of micron and sub-micron thin-film structures.

Keywords: master program, scientific and research practice, micro-dimensional and nano-dimensional structures, individual trajectories, professional competencies.

УДК 372.853

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ У ШКОЛЬНИКОВ, ПЛАНИРУЮЩИХ ПОСТУПАТЬ УЧИТЬСЯ В ТЕХНИЧЕСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ

Николай Валентинович Калачев*, Сергей Михайлович Кокин,
Владимир Александрович Никитенко, Анна Владимировна Пауткина

Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II
127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9; e-mail: kokin2@mail.ru

*Финансовый университет при Правительстве РФ

Москва, ГСП-3, Ленинградский проспект, д. 49; e-mail: nkalachev@fa.ru

В докладе, на примере созданного в МГУПС (МИИТ) Дома физики, рассматриваются практические аспекты повышения уровня знаний по физике школьников, планирующих поступать учиться в технические университеты. Освещены формы и методы работы преподавателей кафедры со школьниками Москвы и области, обобщён методический опыт, накопленный в этой сфере.

Ключевые слова: физические семинары для школьников, мастер-классы, тематические учебные пособия, инженерные классы.

Оснащение Дома физики МИИТ современным оборудованием способствовало повышению эффективности организации образовательного процесса, поскольку дало возможность студентам расширять свои знания в рамках самообразования, используя значительные информационные ресурсы Дома. Эта же возможность предоставлена и другим группам молодёжи: проходящим дистанционное обучение (на электронных курсах) и повышающим общую образовательную культуру в рамках программы популяризации естественнонаучных дисциплин (на организованном кафедрой постоянно действующем Физическом семинаре для школьников Москвы и Подмосковья).

Расширение возможностей кафедры позволило ей активно включиться в Программу оказания образовательных услуг города Москвы. На проводимые занятия (особенно на те, в ходе которых демонстрируются эффектные физические эксперименты, рассказывается об актуальных проблемах науки и техники) часто приходят не только постоянные слушатели соответствующих курсов, но и их друзья, родители, школьные учителя. Мы полагаем, что в перспективе Дом физики вполне способен стать частью информационного образовательного сообщества, для которого непрерывное образование – поэтапный и жизненно необходимый процесс, обеспечивающий постоянное пополнение и расширение знаний у людей разного возраста.

Достижению поставленных целей способствует общая организационно-методическая политика МИИТа: педагогический коллектив кафедры «Физика» имеет реальную возможность повышать свою квалификацию с тем, чтобы соответствовать современным профессиональным требованиям, уверенно оперировать имеющейся компьютерной техникой. Обучающая система на основе Дома физики предоставляет преподавателям возможность реализовать системный подход к оптимизации форм образования, рассматривать педагогические технологии как науку, выявляя рациональные способы обучения (учитывающие психологические особенности учащихся) оценивая особенности аппаратного обеспечения учебного процесса и т. д.

На базе Дома физики осуществляется апробация инновационных технологий довузовского образования: для школьников организуются экскурсии, включающие посещение учебных лабораторий и просмотр лекционных демонстраций, проводятся занятия в группах с небольшим количеством учащихся с целью расширения их знаний в области естественных наук и подготовки к олимпиадам школьников по физике [1-3].

В целом, созданная на базе предложенного подхода методическая система подготовки учащихся по физике в условиях открытого образования, опирается на технологии организации и проведения занятий, использующие современные инструментарию новых информационных технологий для научно-исследовательского творчества молодёжи, формирования навыков самостоятельной поисковой учебно-исследовательской деятельности. Применение системного подхода для совершенствования методик подготовки по физике, расширение связи содержания рассматриваемых тем с наукоемкими технологиями; усиление компетентностного подхода в обучении составляют основу применяемых педагогических технологий, которые направлены, в итоге, на формирование у учащихся исследовательских компетенций, необходимых в их будущей трудовой деятельности.

Сегодня на передний план выходит задача наполнения уже имеющейся высококласной технической базы таким методическим содержанием, которое позволило бы не только эффективно использовать эту базу, но и создать на её основе качественно новые методики преподавания. Именно этой проблеме в ближайшей перспективе и будет уделено основное внимание сотрудниками кафедры.

Пример МИИТа и ряда других технических университетов города говорит о том, что вузам стоит шире взглянуть на имеющиеся у них возможности по оказанию образовательных услуг населению. Помимо университетских суббот следует использовать все возможные формы деятельности, в частности, проводить при вузах регулярные тематические семинары для всех желающих, оптимизировать лабораторные практикумы, вести занятия кружков, студий, организовывать курсы повышения квалификации педагогов с обобщением опыта работы с молодёжью. Именно такой

подход должен способствовать успеху нового начинания, связанного с созданием системы инженерных классов в средних учебных заведениях столицы.

Литература

1. *Кокин С.М., Никитенко В.А., Пауткина А.В.* Физический семинар для школьников как форма участия университета в программе оказания образовательных услуг населению // *Физика в школе.* – № 8, 2013. – С. 24-27.
2. *Калачев Н.В., Кокин С.М., Никитенко В.А.* Оптимизация физических практикумов в технических университетах в цикле естественнонаучных дисциплин // *Физическое образование в вузах.* – Т. 21, № 2, 2015. – С. 5-12.
3. *Никитенко В.А., Аксёнов В.А., Кокин С.М., Прунцев А.П., Силина Е.К., Калачёв Н.В.* Возможные направления деятельности вуза в сфере довузовского и послевузовского образования (на примере Дома физики МИИТ) // В сб. материалов круглого стола «Экологические аспекты эксплуатации транспортной инфраструктуры» 2 декабря 2013 г. – М.: МИИТ, 2014. – С. 62-65.

PACS: 01.50.Lc, 01.50.Pa, 01.55.+b

Practical Aspects of Improving Knowledge on the Physics Schoolchildren, Planning to Come to Study at the Technical Universities

Nikolay Kalachev*, Sergei Kokin, Vladimir Nikitenko, Anna Pautkina

*Moscow State University of Railway Engineering of Emperor Nicholas II
127994, Moscow, St. Obratsova, h. 9, bld. 9; e-mail: kokin2@mail.ru*

**Finance University under the Government of the Russian Federation,
125993, Moscow, GSP-3, Leningradskiy Prospekt, 49, nkalachev@fa.ru*

The report, by the example of the newly created Department of Physics MSURE (МИИТ) House of Physics, discusses the practical aspects of improving knowledge on the physics schoolchildren, planning to come to study in technical universities. Highlight the forms and methods of work of the Faculty teachers with schoolchildren of Moscow and area, generalized methodological experience acquired in this field.

Keywords: physical seminars for schoolchildren, master-classes, theme tutorials, engineering classes.

УДК 378.02:37.016

СОЗДАНИЕ ДОМОВ ФИЗИКИ В ВЕДУЩИХ УНИВЕРСИТЕТАХ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ТРЕНД КОМПЛЕКСНОГО ОБНОВЛЕНИЯ КАФЕДР ФИЗИКИ

Юрий Сергеевич Песоцкий^{1,3}, Виталий Семёнович Блохин²,
Евгений Валентинович Шошин¹

¹ ООО «Русучприбор»

111024 Россия, Москва, ул. 3-я Кабельная, 1; e-mail: shoshin@marput.net

² ООО Профистенд

111024 Россия, Москва, ул. 3-я Кабельная, 1; e-mail: blokhin@profistend.net

³ НИТУ МИСИС

119049 Россия, Москва, Ленинский проспект, д. 4; e-mail: pessotski@yandex.ru

В докладе приводится обзор созданных в последние годы Домов физики в ведущих университетах России, анализируется структура оснащения, приводятся примеры интересных практикумов. Показана роль компаний-интеграторов в подготовке качественной структуры оснащения лабораторий.

Ключевые слова: Дом физики, оснащение лабораторий, физический эксперимент, РНУВЕ, компании-интеграторы.

Традиционно физика в техническом вузе выполняет общеобразовательную функцию, формирует творческое инженерное мышление специалиста, дает ему фундаментальные базовые знания, на которых покоятся теоретические основы его специальности и смежных наук. В этом смысле физика представляется куда более значимой наукой, формирующей представление об окружающем мире, чем, например, математика, выполняющая вспомогательную функцию формирования описательного аппарата.

С 2009 г. ведущие технические университеты начали интенсивное и комплексное оснащение своих кафедр физики, обновление содержания учебных программ и омоложение преподавательского состава. Сначала МИИТ, а затем МГТУ им. Н.Э. Баумана стали начинателями нового тренда, получившего название «Дом физики». Если Дом физики в МИИТе получил название от размещения кафедры в отдельно стоящем здании, то, начиная с Бауманского университета под Домом физики стали понимать комплексное обновление кафедр физики, зачастую крупнейших кафедр в технических и классических университета с числом преподавателей 100 и более. Под комплексным преобразованием обычно понимают замену/обновление помещений, расширение площадей кафедры физики, полную замену учебного и вспомогательного оборудования и мебели, замену методических материалов, в первую очередь, по проведению лабораторных работ, омоложение преподавательского состава, приход новых людей способных поддерживать сложный физический эксперимент.

За основу оснащения физического практикума ведущие российские вузы традиционно выбирают оборудование старейшей немецкой компании RHYWE, имеющей более, чем 100-летний опыт создания и производства оборудования по физике. С каждым годом растет доля оборудования кабинета, поставляемого российскими компаниями. Выбор желаемого оборудования осуществляется поэкспериментно. При этом оценивается техническое совершенство каждой установки, удобство интерфейса, измерительной системы, наличие возможности проводить углубленные эксперименты, выходящие за рамки базового практикума. Выбор оборудования, подготовка спецификации осуществляется при поддержке российской компании-интегратора, являющейся официальным дилером RHYWE. С 2012 года российскими дилерами RHYWE на рынке университетского физического оборудования являются компании Русучприбор и Профистенд.

Отдельной задачей является отбор лабораторных столов-стендов для студентов и столов для преподавателей. Они изготавливаются по отдельному заказу для того, чтобы при привлекательном дизайне и эргономике в столах имелись встроенные приборы (источники питания постоянного тока (DC), регулируемые блоки питания AC/DC, цифровые мультиметры, а также дополнительные розетки и местное освещение), используемые студентами при проведении экспериментов. Столы-стенды также оборудованы верхними полками для размещения дополнительных приборов и устройств. На трехшарнирном кронштейне к боковой раме крепится компьютерный монитор 19" и клавиатура, позволяющие дополнительно экономить рабочее пространство стенда при максимальном удобстве пользования. На столе преподавателя, не всегда использующего источники питания и измерительные приборы, предусмотрена возможность их удаления из рабочей зоны стола с помощью микролифта на шаговом электроприводе.

Ниже приведен сравнительный анализ оборудования Домов физики в ведущих российских вузах

Университет	Год создания	Кол-во единиц RHYWE	Кол-во ед. российского оборудования	Кол-во студентов, тыс. чел.	Объем закупки, млн.руб.	Интегратор
МИИТ	2009	70	60	43,0	32,0	нет
ДонГТУ	2010	74	69	34,1	37,0	Резонанс ¹
ДВФУ	2012	130	0	41,0	35,8	Резонанс ¹
МГТУ им. Н.Э. Баумана	2013	331	25	17,8	102,0	Русучприбор
СКФУ	2014	109	345	25,1	54,7	Русучприбор
СахГУ	2015	133	30	10,0	27,0	Профистенд
МГУ им. М.В. Ломоносова ² (Школа одаренных детей)	2016	241	419	0,6	62,6	Профистенд

¹ С 2013 г. ООО Резонанс не является дилером ФЮВЕ.

² Проект находится в стадии реализации.

Ряд ведущих университетов в течение последних лет провел значительные закупки учебного оборудования фирмы RHYWE (Германия), однако не позиционирует эти закупки в формате Дома физики. Возможно, это связано с отсутствием в этих вузах комплексных планов преобразования кафедр физики по всем направлениям их деятельности. Примерная стоимость закупленного оборудования от 28 до 63 млн. руб. на каждый университет. (Количество российского учебного оборудования и его стоимость не анализировалась).

Наименование университета	Город	Кол-во установок RHYWE	Кол-во студентов
НИЯУ МИФИ	Москва	120	8 400
НМСУ «Горный»	СПб	80	16 500
НИУ МИЭТ	Москва	70	4 900
СВФУ	Якутск	64	21 950
НИТУ МИСИС	Москва	55	15 000
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	СПб	62	26 360

Как видно из приведенной таблицы, количество установок по физике находится не в прямой зависимости от количества студентов. Основными критериями к необходимости закупки является реализация Приоритетных направлений развития (ПНР) каждого университета.

Одна из задач курса физики – подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин. При изучении курса физики студент должен осознать, что многие прикладные дисциплины – это модифицированные развитием техники разделы физики. Сюда относятся гидро- и аэродинамика, теплотехника, электрохимия, электротехника, все разновидности электроники и еще многие десятки дисциплин. Не будь физики, такие дисциплины не могли бы возникнуть; возникнув, они мощно стимулируют развитие соответствующих разделов физики и тем самым получают все более широкую научную базу для собственного развития.

Компании Русучприбор и Профистенд уже имеют в своем портфеле последующие заказы на создание Домов физики в российских университетах, а также в университетах Узбекистана, Азербайджана и Таджикистана.

Доклады

УДК 378.02:37.016

КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИМУЛЯТОР ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ» ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Иван Борисович Винтайкин¹, Борис Евгеньевич Винтайкин¹,
Салтанат Абдухаировна Бахтибаева²,
Торейбай Абдрахманович Турмамбеков²,
Камалбек Мейрбекович Беркимбаев²,
Пулат Аблатыевич Саидахметов³

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана

105005, Москва, 2-я Бауманская, 5; e-mail: vintaikin_ivan@mail.ru, vintaikb@mail.ru

² Международный Казахско-турецкий университет имени А. Ясави

Казахстан, 161200, Туркестан, пр. Б. Саттарханова, 29; e-mail: mrs.bakhtibaeva@mail.ru,
kamalbey@mail.ru, tore_bay@mail.ru

³ РГП ЮКГУ им. М. Ауэзова

Казахстан, 160012, просп. Тауке Хана, 5; e-mail: timpf_ukgu@mail.ru

В докладе рассмотрена разработанная и опробованная компьютерная программа – симулятор лабораторной работы физического студенческого практикума, посвященной изучению гальваномагнитных явлений в полупроводниках, в частности, с помощью эффекта Холла. Программа, написанная на языке Си++, проектирует во весь экран фотографию лабораторной установки, на которой видны все необходимые приборы и панель с закрепленным на ней образцом полупроводника. Преподаватель имеет возможность задавать программно параметры установки. Студент, проводя эксперимент, поворачивает компьютерной мышью виртуальные ручки управления на приборах и считывает показания приборов установки в маленьких окнах, расположенных на изображении приборов на экране компьютера.

Ключевые слова: физический практикум, гальваномагнитные явления, натуральный эксперимент, виртуальный эксперимент, компьютерный симулятор, эффект Холла.

Многие лабораторные работы современного физического практикума представляют собой сложные измерительные системы, содержащие много различных соединенных проводами приборов [1]. Такие системы обладают большой стоимостью и громоздкостью, что осложняет их массовое использование. Также многочисленные приборы часто выходят из строя из-за недостаточно аккуратного студенческого обращения, что не позволяет надежно выполнять учебный план практикума.

Создание компьютерных программ – симуляторов таких сложных лабораторных работ физического студенческого практикума является актуальной задачей,

позволяющей сделать такие сложные лабораторные работы массовыми, с большим охватом студентов, доступными и в случае финансовых сложностей в университетах и в системах открытого образования. Также такие работы окажутся очень надежными и не подверженными частым простоям из-за поломок оборудования. Такие работы можно использовать и как тренажеры для студентов при выполнении работ на сложном дорогостоящем оборудовании, в том числе и в тех случаях, когда использование реального оборудования в стенах студенческого практикума запрещено его опасностью (например, рентгеновского или же связанного с сильной радиоактивностью).

Данная работа посвящена обобщению успешного применения этого подхода для лабораторной работы физического студенческого практикума, посвященной изучению гальваномагнитных явлений в полупроводниках, в частности, с помощью эффекта Холла. Эта работа требует для ее реального исполнения многих различных соединенных проводами приборов и позволяет проводить много различных экспериментов.

Разработанная и опробованная компьютерная программа-симулятор написана на языке Си++. Она проектирует во весь экран качественную фотографию лабораторной установки, созданной германской фирмой «Phywe» [1], на которой видны все необходимые приборы и панель с закрепленным на ней образцом полупроводника. Установка содержит блок питания электромагнита, создающего магнитное поле, панель с закрепленным на ней образцом полупроводника, систему задания тока через образец полупроводника и систему нагрева этого образца. Измерительные приборы регистрируют: величину вектора индукции магнитного поля с помощью холловского датчика, температуру образца – термопарой, ток через образец, падение напряжения от этого тока на образце, холловскую ЭДС. Всего регистрируется 5 параметров. Эти все параметры и отображает компьютерная программа – симулятор на изображениях приборов.

Преподаватель имеет возможность задавать программно часть параметров, установки, например, температуру образца, тип и концентрацию носителей полупроводника, геометрические размеры образца полупроводника.

Студент, проводя эксперимент, поворачивает компьютерной мышью изображения виртуальных ручек управления блоков питания на изображениях приборов на экране, а именно: 1) меняет напряжение, задающее ток через образец и 2) сопротивления реостата, задающего магнитное поле на образце полупроводника.

Показания приборов установки студент считывает в маленьких окнах, расположенных на изображении прибора на экране компьютера, и записывает себе в тетрадь. Планируется организовать и запись результатов в файл, генерируемой программой, как это реализовано в некоторых компьютеризированных «реальных» версиях лабораторной установки, созданной германской фирмой «Phywe».

В результате эксперимента студент (на данном этапе развития программы-симулятора) получает данные для двух графиков:

- 1) зависимость ЭДС Холла от тока через образец при фиксированных остальных параметрах установки, в том числе величины вектора индукции магнитного поля;
- 2) зависимость ЭДС Холла от величины вектора индукции магнитного поля при фиксированных остальных параметрах установки, в том числе тока через образец.

По этим графикам по традиционной схеме студент рассчитывает постоянную Холла и концентрацию носителей при заданной преподавателем температуре, причем не только комнатной.

Планируется расширить возможности за счет возможности управления студентом виртуально температурой образца. Это позволит получать температурные зависимости постоянной Холла и омического сопротивления образца. По этим зависимостям студент сможет получать данные о ширине запрещенной зоны и концентрации носителей при разных температурах, вычислять коэффициенты магнетосопротивления.

Программа-симулятор была опробована на кафедре физики Казахско-Турецкого университета им. А. Ясави при обучении будущих учителей-бакалавров и магистров по направлению подготовки «Физика». Отказоустойчивость такой лабораторной работы была полной. Программа-симулятор позволяет предлагать каждому студенту свои индивидуальные параметры установки и образца, переписывание данных у других студентов, ранее выполнившим работу, оказывается невозможным. Работа вызывает большой интерес у студентов. С помощью программы-симулятора возможно проведение общегрупповых лабораторных работ, в ходе которых вся группа и преподаватель синхронно проводят эксперимент в компьютерном классе, и проведение лабораторных работ с удаленным доступом.

Литература

1. Винтайкин Б.Е., Дементьева О.Ю., Бабенко С.П. Эффект Холла в германии. Мет. указания М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 19 С.

**Computer Simulator of the Laboratory Work
«Galvani-magnetical Phenomena in semiconductors»
for Physical Workshops**

Ivan Vintaykin¹, Boris Vintaykin¹, Saltanat Bahtibaeva²,
Kamalbek Berkimbaev²,
Torebay Turmambekov², Pulat Saidakhmetov³

¹*N. Bauman Moscow State Technical University
Russia, Moscow, 105005, 2-d Baumanskaya 5;
e-mail: vintaikin_ivan@mail.ru, vintaikb@mail.ru*

²*A. Yasavi International Kazakh-Turkey University
Kazakhstan, 161200, Turkestan, Pr. Sattarhanova, 29;
e-mail: mrs.bakhtibaeva@mail.ru, kamalbey@mail.ru, tore_bay@mail.ru*

³*M. O. Auezov South Kazakhstan University
Kazakhstan, Shimkent, 160012, pr. Tauke Hana 5; e-mail: timpf_ukgu@mail.ru*

The report provides the designed and tested computer simulator of the laboratory work for physical workshops aimed on study of Galvani-magnetical phenomena in semiconductors by Hall-effect. Computer program created by C++ system produce whole screen image of the laboratory equipment for study semiconductor sample in magnetic field. Teacher can select individual parameters of the virtual equipment and sample. Student controls the virtual equipment with the virtual switches and control systems and reads the results on the images of the experimental devises drawn on the computer screen.

Keywords: physical workshop, Galvani-magnetical phenomena, natural experiment, virtual experiment, Hall-effect.

УДК 372.853

ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ И АСТРОНОМИИ В МЛАДШИХ КЛАССАХ И СТАРШЕЙ ШКОЛЕ И ПЕРЕХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТАХ

Николай Тодоров Долчинков¹, Бонка Енчева Караиванова–Долчинкова²

¹ Национальный военный университет «Васил Левски»
город Велико Тырново, п.и.5000, бул. «Болгария» № 76, Болгария;
e-mail: n_dolchinkov@abv.bg

² Региональное управление по образованию – В. Тырново
город Велико Тырново п.и 5002, ул. «Арх. Георги Козаров» № 1, Болгария;
e-mail: bonka_vt@abv.bg

Физика как фундаментальная наука, изучающая законы природы, является основой технических наук. В начальной и средней степени образования физики и астрономии изучается с VII до XII класса, при том в различных типах школ программы и академические часы варьируются. Рассматриваются вопросы, связанные с учебным планом, объектов, квалификации учителей и успеваемости учащихся в ЕГЭ и олимпиадах. Ниже приведены проблемы курсантов и студентов в процессе обучения в университетах. Анализ их характеристик при входе в университет разделов физики и других показателей.

Ключевые слова: физика, учитель, тест, анализ, обучение, проблемы, восприятие.

В данной статье сделан анализ состояния изучения физики и астрономии в различных уровнях образования в Велико Тырновской области. Впервые сделан тест для первокурсников в Национальном военном университете «Васил Левски» и сделаны выводы на основе результатов обучаемых. Все это может послужить основой дальнейших исследований и способствовать выработке новых учебных программ и тестов.

В школах Болгарии физика и астрономия изучаются с VII до XII классы. Раздел «Механика» изучается только в VIII классе. В профессионально-технических школах преподавание предмета идет в IX классе – «Электричество и магнетизм» и «Колебания и волны» – 72 часа в год, в X классе – «Свет» и «От атома до космоса» – 36 часов. В средних общеобразовательных школах преподают те же предметы (физика и астрономия), но с повышенной нагрузкой [1].

Серьезной проблемой является то, что школы с меньшим количеством учеников обычно не имеют учителя – специалиста в области физики и предмет преподают учителя с другой квалификацией. Следующей проблемой, связанной с преподаванием физики, является материальная база. Учителя убеждены в том, что

значительное место в научном образовании занимают практические эксперименты и ищут с директорами пути для улучшения материально-технической базы [2]. Не следует пренебрегать и квалификацией, и качеством преподавания учителей физики и астрономии в Велико Тырновской области. Сделан анализ на основе опыта учителей, их квалификации и результаты учеников.

Большинство студентов и курсантов испытывают затруднения при поступлении в военный университет “Васил Левски” из-за перехода от школьного типа обучения к академическому типу. В этом году мы провели среди новых студентов тест [3], чтобы проверить уровень знаний по физике. Он состоял из 30 вопросов, включающие в себя вопросы, которые они изучали в средних школах. Самые высокие результаты оказались у студентов, которые закончили профессионально-технические школы, а также самые низкие - у выпускников языковых школ. В статье сделан анализ результатов и что нужно делать для получения лучших результатов.

Поскольку это исследование было сделано за первый год, еще нет возможности выполнить подробную статистическую обработку с особым акцентом на учеников, закончивших школы среднего образования.

Литература

1. Закон для народной просветы, МОН, София, 1991 г.
2. Закон для дошкольного и школьного образования, МОН, София, Обн., ДВ, бр. 79 от 13.10.2015 г., в сила от 1.08.2016 г.
3. Тест для оценки первокурсников НВУ.

PACS: 01.04.Fk

Teaching of Physics and Astronomy at the Junior High and High School and the Transition to Teaching in Universities

Nikolai Todorov Dolchinkov
*National Military University "Vasil Levski",
Veliko Tarnovo, p.i. 5000, bul. "Bulgaria" № 76, Bulgaria,
e-mail: n_dolchinkov@abv.bg*

Bonka Encheva Karaivanova – Dolchinkova
*Regional Directorate of Education – Veliko Tarnovo,
Veliko Tarnovo p.i. 5002, str. "Arch. Georgi Kozarov" № 1, Bulgaria,
e-mail: bonka_vt@abv.bg*

The physics as the fundamental science studying the laws of nature and is the basis of technical sciences. In primary and secondary education physics and astronomy study VII to XII classes as in different types of schools programs and academic hours vary. Discusses issues related to curriculum, facilities, teacher qualifications and student performance in DZI and Olympiads. Below are the problems of cadets and students in training at universities. An analysis of their performance at the entrance of the University of sections of physics and other indicators.

Keywords: physics, teacher, test, analysis, training, problems perceiving.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ

Николай Антонович Задорожный, Светлана Леонидовна Тимченко,
Борис Евгеньевич Винтайкин, Сергей Дмитриевич Быков,
Василий Дмитриевич Мараков

Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5, стр. 1; e-mail: nikazador@mail.ru;
svtimchenko@yandex.ru; vintaikb@mail.ru; komisar95@gmail.com

В докладе предложен метод изучения внутренней структуры кристалла с помощью дифракционного анализа с использованием микроволнового излучения. Показано моделирование свойств кристаллической структуры в СВЧ диапазоне электромагнитных волн, широко доступном для применения в лабораторном физическом практикуме.

Ключевые слова: рентгеноструктурный анализ, моделирование, кристаллическая структура, СВЧ диапазон.

Рентгеноструктурный анализ (РСА) – метод исследования твердого тела, основанный на дифракции излучения на 3-х мерной кристаллической решетке.

Реализация РСА для исследования свойств твердого тела сопряжена с использованием рентгеновских и ионизирующих источников излучения, длина волны которых соизмерима с характерными расстояниями межатомных плоскостей. В связи с этим к такому оборудованию и к обслуживающему персоналу предъявляются высокие требования со стороны СЭС: оборудование и помещения должны быть сертифицированы, а персонал должен быть аттестован, допуск посторонних лиц – запрещен. В условиях реализации учебного процесса аттестовать студентов технических специальностей для работы на рентгеновских установках не представляется возможным.

Для первичного практического ознакомления с основами РСА интерес представляет моделирование свойств кристаллической структуры в СВЧ диапазоне электромагнитных волн, доступном для применения в лабораторном физическом практикуме ($\lambda = 3$ см).

Для решения поставленной задачи в качестве источника излучения электромагнитных волн ($\lambda = 3,15$ см) и приемника выбран комплект оборудования U8492900 фирмы 3B Scientific (частота – 9,5 ГГц, мощность – 25 мВт). В качестве модели атомов кристаллической решетки могут выступать металлические тела шарообразной формы диаметром 1 см, зажатые между листами пеноплекса толщиной 2,5 см. Модуль

имеет форму куба с характерным размером – 15 см, содержит три слоя по 9 шариков с шагом 3,5 см.

При рассеянии на системе атомных плоскостей смоделированной кристаллической структуры возникали дифракционные максимумы/минимумы. Был проведен анализ параметров структуры кристалла по распределению интенсивности дифрагирующих волн. Регистрируя угловые положения дифракционных максимумов, применяя формулу Вульфа-Брэггов удалось рассчитать расстояния d_i между атомными плоскостями и их углы скольжения θ_i . Наложение взаимно ориентированных атомных плоскостей, наблюдается их характерное пересечение. Расположение точек пересечения совпадает с расположением шариков (относительная погрешность – 6%).

Предложенный метод моделирования определения межплоскостных расстояний может быть широко использован в учебном процессе для студентов физическо-математических и инженерных специальностей.

Литература

1. *Винтайкин Б.Е.* Физика твердого тела. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 360 с.
2. *Жданов Г.С., Илюшин А.С., Никитина С.В.* Дифракционный и резонансный структурный анализ. – М., Наука, 1980. – 255 с.

PACS: 01.40.Fk

Modeling of the Properties of the Crystal Lattice

Nikolai Zadorozhnyi, Svetlana Timchenko, Boris Vintaikin,
Sergei Bykov, Vasilii Marakov

*Bauman Moscow State Technical University
Moscow, 105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya str., 5, building 1
nikazador@mail.ru; sctimchenko@yandex.ru; vintaikb@mail.ru; komisar95@gmail.com*

The report proposed a method of studying the internal structure of the crystal using diffraction analysis using microwave radiation. Shows the modeling of the properties of crystalline structures in the microwave range of electromagnetic waves, are widely available for use in physics laboratory course.

Keywords: x-ray analysis, modeling, crystal structure, microwave range.

НОВАЯ МОДЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Ирина Витальевна Кузнецова

Специализированный научно-учебный центр школа-интернат
имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова
121357, Москва, Кременчугская ул., д. 11; e-mail: irinakuznetsova-64@mail.ru

В докладе описана новая модель практической работы по физике на основе современных научных данных, размещенных в открытом доступе. В ней проводится оценка частоты падения астероидов на Землю по подсчетам кратеров на Луне, и рассматриваются различные механизмы образования кратеров в зависимости от параметров. Данная работа имеет несколько существенных методических преимуществ перед традиционными лабораторными работами. Во-первых, эта работа на актуальную сегодня научную тему. Во-вторых, формирует представление о многообразных связях изучаемых объектов и о научной методологии, когда учитываются одни аспекты явления и отбрасываются другие. В третьих, работа обладает мультидисциплинарностью. В ней используются справочные данные из различных разделов физики, геологии и астрономии. Практическая работа имеет неоспоримую наглядность и возможность варьировать фактический материал, применяемый при ее выполнении. Предлагаемая лабораторная работа универсальна, не требует дорогого оборудования для ее проведения и может использоваться в дистанционном обучении.

Ключевые слова: научная методология, практические лабораторные работы по физике, открытый доступ, мультидисциплинарность.

В современном физическом практикуме подавляющее большинство задач являются узкоспециализированными, касающимися только одного раздела науки или даже его части. Решение таких задач не позволяет учащемуся воспринять реальную взаимосвязь естественных наук.

Для создания новой модели задачи физического практикума нами была выбрана задача, основанная на обработке астрономических данных из открытых источников, а именно – оценка частоты падения астероидов на Землю по кратерам на Луне.

Столкновение Земли с астероидами или кометами представляет реальную опасность, что подтверждается Тунгусским и Челябинским событиями, связанные с падением объектов диаметром в несколько десятков метров. Кратеры, образовавшиеся в результате падения гораздо более крупных тел, видны на поверхности Земли и Луны, при этом на Луне они сохраняются практически «вечно».

Работа состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть включает в себя следующие аспекты. Во-первых, устанавливаются связи между размером кратера и диаметром упавшего тела в зависимости от различных параметров

процесса. Для этого проводятся простые, но понятные оценки, в которых используются геологические данные о свойствах поверхности Земли и Луны из различных научных источников. Полученные выводы сравниваются с результатами, полученными другими способами [1]. Это позволяет перейти от частоты образования кратеров к средней частоте падения тел определенных размеров на Луну.

Во-вторых, обсуждается возможность перенесения оценки частоты падений с Луны на Землю. Это вполне аргументировано, поскольку Земля и Луна расположены практически в одном и том же месте Солнечной системы и имеют потенциальную возможность столкнуться с одними и теми же малыми небесными телами. Однако, из-за более сильного притяжения Земли, частота падения астероидов на нее будет выше, чем на Луну. Помимо этого, более сильное тяготение Земли увеличивает скорость падения тела, т.е. столкновение одинаковых астероидов с Луной и Землей приводит к последней к образованию более крупных кратеров, а также способствует более частым столкновениям. С другой стороны, влияние атмосферы Земли тормозит падающее тело и уменьшает размеры кратера.

Практическая часть состоит в подсчете числа и измерении размеров кратеров на участке поверхности Луны по одному из кадров открытого архива фотографий космических аппаратов Lunar-Orbiter. Вычисляется число кратеров на единице поверхности Луны и средняя частота их образования.

Заключением работы является сравнение частоты падения астероидов на Землю по кратерам на Луне и по кратерам непосредственно на Земле, что позволяет сделать вывод об изменении частот падения тел со временем.

Предложенная практическая работа вполне по силам старшекласснику из профильных школ или студенту, изучающим естественные науки. Она универсальна, не требует дорогого оборудования для ее проведения и может использоваться в дистанционном обучении.

Литература

1. *Шустов Б.М., Рыжова Л.В.* Астероидно-кометная опасность. Вчера, сегодня, завтра // М.: Физматлит, 2010. 396 с.

A New Model of Practical Work in Physics on the Basis of Open Data

Irina Kuznetsova

*Advanced Education and Science Centre «Kolmogorov Boarding School»
of Moscow State University
121357, Moscow, Kremenchugskaya str., 11;
e-mail: irinakuznetsova-64@mail.ru*

The article describes a new model of practical work in physics on the basis of modern scientific data placed in the public domain. It assesses the frequency of asteroids falling to Earth by counting the number of craters on the Moon and discusses the various mechanisms of the formation of craters depending on the parameters. This work has several significant methodical benefits over traditional teaching labs. Firstly, the work is dedicated to the relevant scientific problem. Secondly, it forms in students an idea of the diverse relationships between studied objects and scientific methodology that takes into account some aspects of the phenomenon and discarded others. Third, the work has a multidisciplinary. It uses reference data from different branches of physics, geology and astronomy. Practical elaboration has a distinct visibility and it offers the possibility to vary the data materials used in the work. The proposed laboratory work is universal, does not require expensive equipment to carry it out, and can be used in distance education.

Keywords: scientific methodology, practical laboratory work in physics, open access, multidisciplinary, distance education.

УДК 53.02

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ЗНАНИЙ В ИХ РАЗНООБРАЗНЫХ АСПЕКТАХ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ УРОКОВ ФИЗИКИ В СООТВЕТСТВИИ С ФГОС

Елена Борисовна Лысенко

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Промышленно-технологический колледж»
198188 Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, д.18, литера А;
e-mail: pl-42spb@mail.ru

Преподавание физики в течение почти 30 лет в системе начального и среднего профессионального образования привело автора к структурированию подобной работы по логической цепочке: **явление, опыт** (демонстрация, эксперимент), **модель** (элементы моделирования), **физические величины** (параметры), закономерности (**законы**), **применение** (проявление, реализация) – в рамках каждого отдельно взятого урока. Именно такой состав, количество и очередность пунктов названной цепочки обоснованы законодательно [1, 2], методически [3, 4], философски [5] и исторически [6]. В соответствии с этим планом излагается новый материал каждого урока [7, 8], осуществляются поурочный входной и выходной контроль [9]. Планирование и проведение практических, контрольных и лабораторных занятий также хорошо строится по этим шести пунктам [9]. Тем самым повышается **технологичность** преподавания. Структурирование процесса поурочного обучения физике по названной логической цепочке привязывает обучение к методологии научного познания и, тем самым, выполняет главную задачу ФГОС [1, 2]: **овладение обучающимися методологией познания** ежедневно на практике.

Ключевые слова: Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС), метод научного познания (МНП), логическая цепочка МНП, явление, опыт, физическая модель, закон, лабораторная работа, технологичность преподавания.

Наше учебное заведение ориентировано на подготовку специалистов с начальным и средним профессиональным образованием по металлообработке: токари, наладчики станков по металлообработке, операторы станков с программным управлением, слесари. Оно связано с Кировским – Путиловским заводом уже без малого 150 лет. При этом набор профессий у нас сравнительно широк: операторы ЭВМ, электромонтеры, технологи. Остановимся на вопросах, связанных с преподаванием физики тем, кто обучается у нас по программе основного общего образования. Мы их принимаем после 8 класса. Они заканчивают у нас 9 класс, проходят аттестацию (ГИА (ОГЭ)), получают документ об основном общем образовании, защищают дипломную работу по профессии «токарь» или «слесарь», пройдя курс соответствующего профессионального обучения,

и, как правило, остаются учиться у нас дальше. Это часто дети с неудавшейся школьной судьбой, но с «хорошими» руками. В связи с их высокой загруженностью передо мной, как учителем общеобразовательного предмета, стоит первоочередная задача уплотнения курса физики. Они учатся по учебному плану как в вечерней школе (до сих пор – 1 час в неделю, сейчас – 2 часа в неделю) и по учебнику «Физика-9» авторов А.В. Перышкина и Е.М. Гутник [7]. В нем содержится учебный материал из расчета: 3 часа в неделю [8]. Учителю приходится излагать материал 2(3) уроков за один. Смотрим требуемый объем материала в учебнике, например, §§ 1-4, стр.5-15, то есть 10 стр. текста, рисунки, опыты, 3 упражнения. Как это изложить и что показать, объяснить за 20 минут?

К.Д. Ушинским сформулирован принцип систематичности обучения. Он считал, что «только система, конечно разумная, выходящая из самой сущности предметов, дает нам полную власть над нашими знаниями» [3].

Смотрим примерную программу, стандарт [1, 2] по названному материалу: **знать/понимать....., содержание....**, и так далее. Остановившись на идеях развивающего обучения [4], делаем ставку на дедуктивные способы овладения теорией [10]: от конкретного явления к новым знаниям по теме. Поэтому выбираем в качестве тем уроков для названных параграфов физические явления: механическое движение, прямолинейное движение, равномерное прямолинейное движение.

Излагаем новый материал одного из уроков по плану: физическое явление, опыт (демонстрационный эксперимент), физическая модель, закон, параметры, применение. Приведем содержание такого занятия (из 2 уроков), объединив темы: Механическое движение. Прямолинейное движение.

Тема занятия: Механика. Механическое движение. Его относительность. Прямолинейное движение. (Новый материал излагаем по выделенным 6 пунктам.)

1. Предмет механики: механическое движение. Механическое движение – это изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени

2. Пример опыта в учебнике: тележка движется относительно линейки под действием груза, привязанного к ней нитью, перекинутой через блок.

3. Модель: видим, что положение тележки на линейке изображается каплями-точками и этого достаточно для фиксации положения тележки. То есть, тележку в данном опыте можно заменить движущейся точкой, которая однозначно покажет положение тележки относительно линейки с течением времени. Такие замены часто проводят при изучении механического движения. Движущееся тело моделируют материальной точкой. Итак, **тело, размерами которого в условиях рассматриваемой задачи можно пренебречь, называется материальной точкой.** Вдоль траектории движения тележки с капельницей располагается линейка. Вспоминаем термин **траектория**: это линия, вдоль которой движется тело. Линейка служит координатной осью OX. Местоположение

тележки отсчитываем относительно края линейки. Ноль линейки считаем телом отсчета. Вспоминаем, что телом отсчета называется тело, относительно которого происходит движение других тел. Делаем вывод, что для описания движения необходимо наличие системы отсчета. **Система координат, связанная с телом отсчета, и прибор для измерения времени образуют систему отсчета, относительно которой рассматривается движение тела.**

4. **Путь:** S (м) – скалярная величина (повторение). Для учета направления движения вводим имеющую направление векторную физическую величину – **перемещение \vec{S} (м).**

Перемещением тела (материальной точки) называется вектор, соединяющий начальное положение тела с его последующим положением.

Чтобы избежать математических действий с векторными величинами, заменяем **вектор** перемещения его **проекцией S_x (м)** на ось ОХ. Она может быть положительной, если вектор сонаправлен с осью, и отрицательной, если вектор противоположен ей. Если обозначаем текущее положение материальной точки – $\mathbf{x}(\mathbf{m})$, а ее начальное положение – $\mathbf{x}_0(\mathbf{m})$ относительно «0» координатной оси, то можно определить текущее положение тела на оси от времени t (с).

5. Оно будет иметь вид $\mathbf{x} = \mathbf{x}_0 + S_x$. Это формула для определения координаты тела.

6. А) Мы рассматривали движение тележки относительно линейки. Можно рассмотреть движение этой же тележки относительно капельницы на ней. Относительно капельницы тележка не двигается, покоится. Делаем вывод, что движение тележки относительно разных тел выглядит неодинаково. В этом заключается смысл относительности движения. Б) Движение тележки вдоль линейки происходило по прямой линии. **Движение называется прямолинейными, если его траектория – прямая.**

Такая компоновка материала позволяет рассмотреть несколько параграфов за урок. Подобный алгоритм изложения материала подходит для всех типов уроков [7], для проведения входного и выходного поурочного и тематического контроля усвоения материала [9], унифицируя, тем самым, процесс преподавания.

Литература

1. Сборник нормативных документов. Физика / сост. Э.Д. Днепров, А.Г. Аркадьев. – 2-ое изд. стереотип. – М.: Дрофа, 2008. – 107 с.
2. <http://fgosrstr.ru/> Реестр примерных основных общеобразовательных программ.
3. Ушинский К.Д. Собрание сочинений: в 11 т. с. 257. – М., 1955.

4. *Калмыкова З.И.* Психологические принципы развивающего обучения. М., «Знание», 1979. 48 с.
5. Советский энциклопедический словарь. М.: Изд-во «Советская энциклопедия». 1982.
6. *Каган Ю.М.* Учебник латинского языка. Основной курс. М.: «Радикс», 1995. – 368 с.
7. Физика. 9 кл.: учебник / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – М.: Дрофа, 2014. – 319с.
8. Программы для общеобразовательных учреждений. Физика. Астрономия. 7-11 кл. / сост. В.А. Коровин, В.А. Орлов. – 3-е изд., пересмотр. – М.: Дрофа, 2010. – 334 с.
9. *Лысенко Е.Б.* Творчество учителя в предмете.: Из опыта работы с учащимися ПУ на уроках физики. Санкт-Петербург-Псков: ПОИПКРО, 2001. – 60 с.
10. *Безрукова В.С.* Все о современном уроке в школе: проблемы и решения/М.: «Сентябрь», 2004. – 160 с.

PACS: 01.40.-d

Realization of Integration of Humanities and Natural Science Knowledge in Their Various Aspects when Planning Lessons of Physics in Accordance with GEF

E B. Lysenko

*St. Petersburg State budget professional educational establishment
of the «Industrial – Technological College»,
198188, Marshal Govorov Street, 18 A house, St. Petersburg, Russia;
e-mail: pl-42spb@mail.ru*

Teaching physics for almost 30 years in primary, secondary and tertiary vocational education led the author to structuring this work on logical chain: phenomenon, experience demonstration experiment), model (modeling), physical values (parameters), laws (laws), application (manifestation), within each individual lesson. It is this composition, quantity and sequence of items named chains justified legally [1, 2], methodically [3,4], philosophically and historically [5,6]. In accordance with this plan sets out new stuff each lesson [7, 8], carried out input and output lessons control [9]. Planning and conducting practical and laboratory classes are also well built on those six counts [9]. And, consequently, improves the adaptability of teaching. Structuring teaching physics on every lesson called the logical chain binds the training methodology of scientific knowledge, and thereby performs the primary task of the GEF [1, 2]: mastering the studying the methodology of cognition in practice every day.

Keywords: Federal State educational standard (of the GEF), the method of scientific knowledge (MNEs), logical sequence of MNEs phenomenon experiment, physical model, physical law, lab work, adaptability to teaching.

УДК 372.853

О РАБОТЕ С ПЕДАГОГАМИ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ МГУПС (МИИТ)

Николай Валентинович Калачев*, Сергей Михайлович Кокин,
Владимир Александрович Никитенко, Анна Владимировна Пауткина

Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II
127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9; e-mail: kokin2@mail.ru

*Финансовый университет при Правительстве РФ

Москва, ГСП-3, Ленинградский проспект, д. 49; e-mail: nkalachev@fa.ru

На примере Дома физики, созданного в Московском государственном университете путей сообщения (МГУПС (МИИТ)), рассматриваются мероприятия по повышению квалификации педагогов инженерных классов, обучающихся школьников, планирующих поступать в технические университеты. Освещены методы и формы работы преподавателей кафедры с педагогами Москвы и области, рассмотрена созданная авторами рабочая программа повышения профессиональной квалификации школьных преподавателей физики.

Ключевые слова: повышение квалификации преподавателей, обмен опытом работы, инженерные классы.

В условиях стремительного развития глобального информационного общества и технологической цивилизации растет спрос на квалифицированных инженеров. После создания Дома физики в 2010 году и оснащения его современным оборудованием в Московском государственном университете путей сообщения МГУПС (МИИТ) началась работа по организации образовательного процесса в новых условиях, так как теперь возможность расширять свои знания (в том числе – в рамках самообразования), появилась не только у студентов. Доступ к образовательным ресурсам Дома физики был предоставлен и другим категориям населения г. Москвы, Московской области, тем, кто проходит дистанционное обучение (на электронных курсах) и повышает общую образовательную культуру в рамках программы популяризации естественнонаучных дисциплин (например, на организованном кафедрой постоянно действующем Физическом семинаре для школьников Москвы и Подмосквья).

Исходя из приоритетов государственной политики в области развития инженерного образования, а также учитывая то, что многим старшеклассникам требуется помощь в подготовке к ЕГЭ по физике, к дальнейшему обучению в профильных вузах, нами разработана дополнительная профессиональная программа по повышению квалификации (на базе кафедр физики технических университетов) педагогов, работающих в инженерных классах. При создании программы использован опыт кафедры «Физика» нашего университета.

Программа «Инновационные технологии обучения физике в инженерных классах средних образовательных учреждений» на базе кафедры «Физика» МИИТ в прошедшем учебном году прошла апробацию на семинарах со школьными учителями. На постоянной основе начало реализации программы, поддержанной Департаментом образования города Москвы, намечено на октябрь 2016 года. Заявки на участие в программе принимаются по адресам: fizikamiit@mail.ru или fpkmiit@gmail.com.

Кроме курсов повышения квалификации для учителей инженерных классов планируется проведение серии общемосковских семинаров по обмену опытом работы и ознакомлению с технической и инновационной базой университета.

Литература

1. *Никитенко В.А., Аксёнов В.А., Кокин С.М., Прунцев А.П., Силина Е.К., Калачёв Н.В.* Возможные направления деятельности вуза в сфере довузовского и послевузовского образования (на примере Дома физики МИИТ) // В сб. материалов круглого стола «Экологические аспекты эксплуатации транспортной инфраструктуры» 2 декабря 2013 г. – М.: МИИТ, 2014. – С. 62-65.
2. *Кокин С.М., Никитенко В.А., Пауткина А.В.* Физический семинар для школьников как форма участия университета в программе оказания образовательных услуг населению // Физика в школе. – 2013, № 8. – С. 24-27.
3. *Андреев А.И., Антипенко В.С., Кокин С.М., Мухин С.В., Никитенко В.А., Пауткина А.В., Прунцев А.П., Селезнёв В.А.* Естественнонаучное образование – населению города // Сб. Трудов VIII Всероссийской конф. «Необратимые процессы в природе и технике» Москва, 27-29 января 2015 г., МГТУ им. Н.Э. Баумана, Часть III. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – С. 144-147.

PACS: 01.50.Lc, 01.50.Pa, 01.55.+b

About Experience of Working with Teachers of Engineering Classes at the Department of Physics of MIIT

Nikolay Kalachev*, Sergei Kokin, Vladimir Nikitenko, Anna Pautkina

Moscow State University of Railway Engineering of Emperor Nicholas II

127994, Moscow, St. Obraztsova, h. 9, bld. 9; e-mail: kokin2@mail.ru

**Finance University under the Government of the Russian Federation,
125993, Moscow, GSP-3, Leningradskiy Prospekt, 49; e-mail: nkalachev@fa.ru*

The report, based on established Physics Department MSURE (MIIT) House of Physics, discusses the experience to improve the skills of teachers of engineering classes, teaching schoolchildren, planning to come to study in technical universities. Highlight the methods and forms of work with teachers of Moscow and the region, and reviewed the proposed work program sponsored by enhancing the skills of school teachers.

Keywords: the training of teachers, exchange of experience, engineering classes.

ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ НА БАЗЕ РЕСУРСНОГО ЦЕНТРА ПЕТРГУ

Алексей Иванович Назаров, Алексей Александрович Платонов,
Елена Игоревна Прохорова

Петрозаводский государственный университет
185910, Петрозаводск, проспект Ленина, 33; e-mail: anazarov@petsu.ru,
platonovaa@petsu.ru, prokhorova@petsu.ru

В статье приводится описание деятельности Ресурсного центра научно-технического творчества обучающихся ПетрГУ, открытым для студентов и школьников республики Карелия. Одним из его подразделений является STEM-центр – лаборатория «Илмаринен». Деятельность лаборатории направлена на развитие инженерного творчества молодежи.

Ключевые слова: научно-техническое творчество, робототехника, физика, биология, обучение школьников в университете.

Совместное научно-техническое творчество школьников и студентов под руководством опытных наставников важно как для подготовки будущих инженеров, так и проведения профориентационной работы, что обуславливает потребность в организации такого рода деятельности на базе вуза. С этой целью в 2015 году в Петрозаводском государственном университете открылся Ресурсный центр (РЦ) научно-технического творчества обучающихся при поддержке министерства образования и науки РФ, международных компаний Intel, LEGO Education, EMC² и российской компании Polymedia.

За небольшой период работы в РЦ реализовано 17 программ дополнительного образования для сотен петрозаводских школьников. Эти занятия проводятся совместно двумя учреждениями дополнительного образования г. Петрозаводска: домом творчества детей и юношества № 2 и центром «Ровесник». Охвачены такие сферы деятельности как: инжиниринг, робототехника, программирование, физика, биология, астрономия, биоинформатика, создание научно-популярных фильмов и основы видеомонтажа. Также ведется подготовка ребят к олимпиадам по физике и математике. Летом планируется проведение летних школ юных программистов, техников и математиков.

Для учеников Республики Карелия организованы постоянно действующие экскурсии в музей занимательной науки ПетрГУ и лабораторию «Илмаринен», являющуюся STEM-центром. Многие мероприятия по популяризации научно-технического творчества среди населения организованы РЦ или при его участии.

Школьники и студенты, обучающиеся в РЦ ПетрГУ, приняли участие в Московском международном салоне образования 2016 (см. фото). Один из представленных проектов «Измерение и анализ механических нагрузок арочно-вантового моста на базе конструкторских решений цифровой лаборатории PASCО» выполнен под руководством авторов этой статьи. В ходе работы над проектом с помощью фермовых конструкций PASCО сконструирована микро модель моста, экспериментально определены возникающие в этой модели нагрузки и сделан прогноз реакции реального моста аналогичной конструкции на внешние механические воздействия (поток машин, периодически дующий ветер).



Нагрузки на фермы моста измерялись с помощью цифровых датчиков PASCО: датчик силы (тензодатчик) и датчик движения. Для определения смещения в динамическом режиме использовалась калибровочная зависимость силы от смещения моста, полученная в статике. Необходимость этой операции была обусловлена тем, что в динамическом режиме ультразвуковой датчик не позволял устойчиво измерять положение моста. Результаты измерений фиксировались с помощью программного обеспечения SPARKVue.

В результате своей работы ребята достаточно успешно решали инженерные задачи, используя возможности предоставленного им оборудования и знания в области физики и информатики.

School's and Student's Engineering Activity in Resource Center of PetrSU

A.I. Nazarov, A.A. Platonov, E.I. Prokhorova

*Petrozavodsk State University,
185910, Petrozavodsk, Lenin St., 33;
e-mail: anazarov@petsu.ru, platonovaa@petsu.ru,
prokhorova@petsu.ru*

The description of activity of the Resource center scientific and technical creativity of PetrSU is provided in article. This center was opened for schools and students of the Republic of Karelia. One of this divisions is the STEM center – Ilmarinen laboratory. Activity of laboratory is aimed at the development of engineering creativity of youth.

Keywords: scientific and technical creativity, robotics, physics, biology, training of schools at university.

ЦИФРОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Андрей Иванович Скворцов, Александр Израилович Фишман

Казанский федеральный университет, Институт физики
Казань, 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: anivskvor@gmail.com,
alexandr.fishman@gmail.com

На опыте создания и эксплуатации в Институте физики КФУ ресурсного набора цифровых образовательных ресурсов для курса общей физики обосновывается необходимость конструирования специализированных для каждого предмета видов ЦОР – учебных элементов. В докладе описываются и демонстрируются учебные элементы, разработанные для преподавания курса общей физики.

Ключевые слова: цифровые образовательные ресурсы, цифровые учебные элементы, курс общей физики, видеозадачи, телеметрические измерения.

Количество цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) и электронных систем обучения стремительно растёт. Разрабатываются также новые стандарты e-learning. Однако вопрос об уникальности методов преподавания различных дисциплин практически всегда остаётся на втором плане. Разработчики средств для создания цифровых образовательных ресурсов работают на рынок, который далёк от наполнения, поэтому ждать от них появления продуктов «заточенных» под преподавание физики пока не приходится. С другой стороны, наше время – это время поиска места компьютера в преподавании вообще и физики в частности. Основная проблема состоит в том, что большинство квалифицированных преподавателей училось в стремительно морально устаревающей «книжной» системе.

Авторы работы на примере создания современных цифровых образовательных ресурсов по физике [1] предлагают идеи возможных вариантов взаимодействия обучающегося физике с компьютером. Вводится понятие учебного элемента (УЭ) - цифрового образовательного ресурса, определяющего такой вариант.

Опыт работы, описанной в [1], позволил выделить около 10 классов УЭ, актуальных в процессе изучения физики: заметки, лекционные фрагменты, качественные и количественные видеодемонстрации, слайд-шоу, задачи телеметрического лабораторного практикума, анимированные виртуальные исследования, анимированные виртуальные задания, видеозадачи, задачи с варьируемыми данными, задачи с варьируемой мультимедийной информацией. В докладе демонстрируются наиболее интересные авторские идеи, использованные при создании УЭ перечисленных классов.

Особое внимание акцентируется на целесообразности создания синтезируемых учебных элементов. Их использование значительно удешевляет процесс создания цифровых учебных пособий.

Литература

1. Скворцов А.И. Ресурсный набор по физике для младших курсов вуза: идеи и опыт создания / А.И. Скворцов, А.И. Фишман // Физическое образование в вузах. – 2015. – Т. 21. – № 3. – С. 127–134.

PACS: 01.40.ek, 01.50.H-, 01.50.F-, 01.50.Pa, 01.55.+b

Digital Learning Items for Physics Education

Andrei Skvortsov, Alexandr Fishman

*Kazan Federal University, Institute of physics,
Kazan, 420008, Kazan, Kremlevskaja Str., 18;
e-mail: anivskvor@gmail.com, alexandr.fishman@gmail.com*

Ten classes of digital educational resources which can be used to create multimedia educational resources for physics are distinguished. These are: notes, lecture fragments, qualitative and quantitative video demonstrations, slide shows, video problems, telemetrical labs, simulations labs, tasks with animation, tasks with variable data, tasks with varying multimedia information.

The original ideas which can be used in the creating of these classes are demonstrated.

Keywords: multimedia educational resource, general physics course, video problems, telemetrical measurement.

УДК 378.02:37.016

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Ольга Николаевна Третьякова

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
Москва, 125993, А-80, ГСП-3, ул. Волоколамское шоссе, 4; e-mail: tretiyakova_olga@mail.ru

В докладе представлен опыт применения 3D компьютерного интернет-практикума по физике для организации самостоятельной работы студентов.

Ключевые слова: дистанционный физический практикум, компьютерный и натурный эксперимент.

Дистанционный компьютерный интернет-практикума по физике, включающий десять 3D лабораторных работ по основным разделам курса физики технического вуза, был создан и используется с 2010 г. в учебном процессе кафедры физики МАИ по настоящее время. Методология, положенная в его основу, опыт применения и программное обеспечение изложены в работах [1-6].

Проводимые в последние годы переработки образовательных стандартов привели к существенному уменьшению доли аудиторной нагрузки и увеличению числа часов, отводимых студенту на самостоятельную работу. Дистанционный компьютерный практикум позволяет индивидуально каждому студенту самостоятельно с использованием интернет выполнить виртуальную лабораторную работу удаленно с домашнего компьютера.

Возможны разные организационные формы для управления самостоятельной работой студента с использованием дистанционного практикума. Либо работа выполняется вместо лабораторной работы в натурном практикуме, либо дистанционная работа выполняется перед выполнением натурной работы, что является подготовкой и допуском к натурному эксперименту. После дистанционного выполнения работы студент распечатывает отчет, изучает теорию и очно защищает преподавателю результаты работы.

Проведенный педагогический эксперимент показал целесообразность использования данной разработки для освоения студентами курса общей физики.

Литература

1. Третьякова О.Н. О разработке варианта использования информационных технологий в

- преподавании физики в техническом вузе. // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 1. – С. 69-81.
2. Третьякова, О.Н. Разработка трехмерного компьютерного практикума по физике для обучения студентов технических вузов с использованием Интернет – технологий // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16, – № 4. – С. 58-74.
 3. Спирин Г.Г., Третьякова О.Н. Основные концепции применения IT- технологий при разработке дистанционного физического практикума. // В сб.: Материалы XI Международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». 12-14 октября 2010 г. / под редакцией Н.В. Калачева, М.Б. Шапочкина, А.К. Федотова. – Минск, Издательский центр БГУ, С. 44-45.
 4. Третьякова О.Н. Об опыте практического использования интернет практикума по физике в вузе // В сб. трудов XII Международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум»/под ред. Н.В. Калачева и М.Б. Шапочкина. Москва, 25-27 сентября 2012 года. – Издательский дом МФО. С. 118-119.
 5. Третьякова О.Н. Об опыте использования различных вариантов компьютерного практикума по физике в техническом вузе // В сб.: Сборник тезисов докладов XIII Международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». – М., Издательский дом МФО, 2014 г., С. 164-165.
 6. Третьякова О.Н., Иванов И А., Тимохов А.А., Кудряшов А.В. Программный комплекс – дистанционный 3D компьютерный лабораторный интернет-практикум по физике для студентов технического вуза. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617944. Заявка № 2015614694. Дата поступления 03 июня 2015 г. Дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 27 июня 2015 г.

PACS: 01.40.Fk

Remote Computer Workshop for Physics and the Organization of Independent Work of Students of a Technical University

Olga Tretiyakova

*Moscow Aviation Institute (National Research University)
125993 Moscow, A-80, GSP-3, ul. Volokolamsk Highway, 4;
e-mail: tretiyakova_olga@mail.ru*

The report describes the experience of the application of 3D computer online workshop on physics for the organization of independent work of students.

Keywords: remote physical workshops, computational and natural experiments.

УДК 372.853

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБУЧЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

Сергей Валерьевич Костарев¹, Юлия Сергеевна Остроумова¹,
Самуил Давидович Ханин²

¹ Военная академия связи им. С.М. Буденного
194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр-т, д. 3

² Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48; e-mail:sinklrit@mail.ru

Развивается подход к организации физического практикума как проектно-исследовательского и конкретизируется структура деятельности по его выполнению.
Ключевые слова: проектная проблема, исследовательская деятельность, циклы заданий.

В докладе рассматриваются условия организации и структура деятельности обучающихся и преподавателей при выполнении в вузе проектно-исследовательского практикума.

К основным условиям реализации проектно-исследовательского практикума относятся следующие. Во-первых, детерминация содержания заданий практикума проектной проблемой. Во-вторых, исследовательский характер деятельности обучающихся при экспериментальном решении задач во всех его звеньях. В-третьих, построение практикума из циклов заданий, объединенных общей, практически значимой целью.

Рассмотрим структуру деятельности обучающихся и преподавателя в процессе выполнения проектно-исследовательского практикума. Стартовым является выполнение запланированного, сформулированного в традиционном для учебного лабораторного практикума стиле, задания, посвященного изучению физического явления, имеющего техническое применение. Выявлению возможностей последнего придается статус обязательной составляющей задания. Оно осуществляется студентом самостоятельно, или совместно с преподавателем. Во втором случае преподаватель, обсуждает со студентом определенные, составляющие логическую цепочку, вопросы, ответы на которые в их совокупности подводят обучающегося к целевой установке цикла, и рекомендует соответствующую литературу.

На следующем этапе, анализируя имеющуюся информацию, студенты уясняют требования, предъявляемые к функциональным параметрам материалов и структур, необходимых для решения поставленной физико-технической проблемы, определяют и обосновывают физические критерии их выбора. Далее, на основании определенных

критериев, студенты выбирают опытные образцы из предоставленного им набора паспортизированных объектов. Будучи достаточно широким, такой набор обеспечивает возможность индивидуальной работы студентов в рамках единого проектно-исследовательского цикла.

Основная задача и, соответственно, действия преподавателя на этих этапах состоят в конкретизации и корректировке принимаемых студентами решений. Важным приемом здесь является осуществляемое со студентами аналитическое решение задач, результаты которого позволяют выявить эффекты приборного применения и определить условия их проявления.

На следующем, собственно экспериментальном этапе, с использованием уже апробированной и, при необходимости, модифицированной методики студенты опытным путем получают необходимые результаты и осуществляют анализ, соотнося их с запросами практики. В результате они приходят к определенным выводам относительно целесообразности и реалистичности использования изученных эффектов для достижения цели, поставленной в цикле заданий.

Заключительный этап – защита студентами полученных результатов, осуществляемая в форме семинара. В плане самооценки студентов особое значение придается критическому анализу используемой информации, достаточности аргументации принимаемых решений и их реализации, уровню готовности к обоснованной защите своего решения и его корректировке при наличии обоснованных контрдоводов.

В качестве примера реализации проектно-исследовательского обучения в экспериментальной подготовке приведем цикл заданий лабораторного практикума, посвященный проблеме создания полупроводниковых датчиков ультрафиолетового излучения.

PACS: 01.40.gb

Technology of Design and Research Training in the Organization of a Physical Practical Work

S.V. Kostarev¹, Yu. S. Ostroumova¹, S.D.Hanin²

¹ *Military academy of communication of S.M. Budenny
194064, St. Petersburg, Tikhoretsky Ave, 3; e-mail: sinklit@mail.ru*

² *Russian state pedagogical university of A.I. Herzen
191186, St. Petersburg, Moika River Emb., 48; e-mail: sinklit@mail.ru*

The approach to the organization of the physical practical work as design and research develops and the structure of activities for his performance is concretized.

Keywords: design problem, research activity, the cycles of tasks.

Краткое сообщение

УДК 53(07)

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Людмила Матвеевна Матвеева¹, Богдан Арсеньевич Сусь²

¹ Башкирский государственный университет
Уфа, 450076, Уфа, ул. Заки Валиди, 32; e-mail: matveeva LM@mail.ru

² Институт телекоммуникаций и информатизации
Киев, 02002, Украина, Киев, ул. Луначарского, д. 1/2, кв. 49; e-mail: bogdansus@gmail.com

В работе предлагаются: различные методы обучения с использованием электронных пособий, а также дополнительные задания в практических работах с составлением компьютерных программ для представления результатов исследования.

Ключевые слова: электронные пособия, методы обучения, компьютерные программы.

«Я бы в физики пошёл, пусть меня научат...»

Реформа высшего образования делает акцент на усиление самостоятельной учебной деятельности студентов. Значительно улучшить ситуацию можно путем применения различных форм и методов обучения при помощи электронных учебных пособий и дополнительных заданий к практикуму. Особенно важно наличие учебного пособия для студентов-заочников, а также для дистанционного обучения. В условиях информатизации учебного процесса у каждого преподавателя (лектора) есть возможность иметь свое собственное учебное пособие в компьютерном варианте и обеспечить доступ к нему студентов. Причем, учебная ценность электронного пособия значительно усиливается с помощью анимационных эффектов, видеоклипов, аудиосопровождения, представления изображений в цвете и тому подобное [1].

Примеры заданий к лабораторным работам могут быть следующими. Так, в работе «Изучение свойств колебательного контура» предлагается составить компьютерную программу для демонстрации графиков по резонансу токов и напряжений. В работе «Изучение зависимости полезной мощности источника тока от внешней нагрузки» целесообразно составить компьютерную программу для представления графической зависимости: $p = f(I)$. График имеет вид параболы вершиной вверх, p_{\max} при условии $R = r$. В лабораторной работе «Изучение свойств ЭО – электронного осциллографа» даётся задание по получению фигур Лиссажу – как результата сложения электрических колебаний, при различных частотах и амплитудах колебаний [2].

Практика преподавания авторов в вузе даёт положительный эффект обучения с применением предложенной нами методики преподавания физики.

Литература

1. *Богдан С.* Электромагнетизм: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов, издание третье, дополненное в электронном представлении с мультимедийными приложениями. – Киев: ВИТИ, 2015. – 133 с.
2. Физический практикум. Раздел Электричество. Лабораторные работы и методические указания для студентов биологического факультета Башгосуниверситета. Составители: к.т.н. доц. Лобастова С.А., доц. к.ф.-м.н., доц. Назмутдиной Ф.Ф. Рецензент: к.п.н., доц. Матвеева Л.М. Уфа: РИЦ БашГУ, 2010 г., 72 с. 100 экз.

PACS: 01.40.Fk

Computerization of Teaching Physics

Lyudmila Matveevna Matveeva

Bashkir state University,

Ufa, 450076, Ufa, street Zaki Validi, 32, Matveeva LM@mail.ru

Bogdan Arsenyevichn Sus

The Institute of telecommunications and Informatization

Kyiv, 02002, Ukraine, Kyiv, Lunacharskogo street, 1/2, apt 49 Bogdan

bogdansus@gmail.com WM

The work offers: a variety of teaching methods using electronic textbooks as well as additional tasks in the practical work on the preparation of computer programs for representation of results of scientific research.

Keywords: electronic textbook, teaching methods, computer program.

Секция II. Концептуально-методические и практические вопросы лекционного и лабораторного физического эксперимента в вузах

Пленарные доклады

УДК 539.1.07:53.08

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Владимир Анатольевич Белавин, Георгий Георгиевич Подварков,
Владимир Вячеславович Радченко

НИИ Ядерной физики МГУ
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2; e-mail: kliv@srd.sinp.msu.ru

Эксперимент в физическом практикуме требует специально разработанного учебного лабораторного оборудования и методически подготовленного программного обеспечения для обработки его результатов.

Ключевые слова: практикум, учебная лабораторная установка, атомная физика, ядерная физика.

Сложившийся в большинстве практикумов подход, использующий для учебного эксперимента научно-исследовательские установки, имеет ряд важных недостатков: – а) высокая стоимость: современная научная установка, особенно в области атомной или ядерной физики – это дорогостоящая аппаратура, обслуживаемая специалистами высокой квалификации; б) отставание от современной науки: из-за ограниченных финансовых возможностей вузов парк учебной экспериментальной техники в них часто физически и морально устаревший; повышенная опасность: установки содержат источники высокого напряжения и ионизирующих излучений; в) учебно-методические недостатки: научная аппаратура рассчитана на профессионалов, для студентов она сложна, требует постоянного контроля со стороны инженерно-технического персонала и не рассчитана на эксплуатацию в условиях большого потока учащихся.

Проведенный анализ позволил сформулировать основные требования, которым должна удовлетворять учебная экспериментальная установка: а) лабораторная установка для практикума должна быть разработана для учебных целей; учащийся должен иметь возможность самостоятельно провести эксперимент в отведенное для этого время; при грубых ошибках установка должна предупреждать учащегося об этом и не выходить из строя; б) установка должна предоставлять учащемуся современные технические возможности и математический аппарат обработки результатов эксперимента; уровень сложности управления экспериментом должен соответствовать

уровню подготовки учащегося; в сложных экспериментах установка должна предоставлять учащемуся необходимые подсказки; в) учебная установка должна быть безопасной и по стоимости доступна учебным заведениям.

Указанные требования были реализованы в так называемых «Учебных Лабораторных Комплексах» (УЛК), которые состоят из действующей модели лабораторной установки и специально разработанного программного обеспечения. Установка содержит необходимые органы управления экспериментом, набор кнопок, ручек, разъемов и т.д., однако в ней нет таких узлов, как источники излучений или высокого напряжения. УЛК не предназначена для получения новых научных знаний, но она позволяет учащемуся получить экспериментальные результаты, соответствующие задаче, поставленной в данной лабораторной работе. Эти результаты могут быть получены «online» со специально настроенного оборудования (как, например, в УЛК «Обменное взаимодействие в атоме гелия») или «offline» из заранее подготовленной базы реальных экспериментальных данных, полученных на современных научных установках (например, в УЛК «Рентгеновские спектр» или «опыт Резерфорда»). Установка представляет возможность наблюдения работы основных ее узлов. Программное обеспечение отображает на экране компьютера ход эксперимента и позволяет обработать его результаты в соответствии с современными методами анализа экспериментальных данных. УЛК снабжен методическим описанием и технической информацией для выполнения работы. В итоге проведенной за несколько лет работы в НИИЯФ МГУ были созданы семь установок УЛК: «Эффект Мессбауэра» (offline), «Рентгеновское излучение» (offline), «Опыт Резерфорда» (offline), «Эффект Комптона» (offline), «Опыт Франка и Герца» (online и offline), «Обменное взаимодействие в атоме гелия» (online).

Проект УЛК оказался актуален. Установки были приобретены более чем двадцатью университетами страны. Мы убеждены, что учебные установки в практикумах должны соответствовать уровню решаемых задач. Студенты младших курсов, не имеющие необходимых навыков, должны учиться на учебных установках. А научные исследования на старших курсах и дипломные работы должны выполняться на реальном научном экспериментальном оборудовании.

PACS: 01.50.Pa

Modern Equipment for the Educational Experiment

Vladimir Belavin, Georgy Podvarkov, Vladimir Radchenko

*SINP MSU, 119991, 1 building 2, Leninskie gory, Moscow, Russia,
e-mail: kliv@srd.sinp.msu.ru*

An educational physical experiment requires a specially designed laboratory equipment and methodically prepared software for processing the results.

Keywords: educational laboratory equipment, atomic physics, nuclear physics.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Владимир Алексеевич Аксёнов, Николай Валентинович Калачев*,
Сергей Михайлович Кокин

Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II
127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9

*Финансовый университет при Правительстве РФ

Москва, ГСП-3, Ленинградский проспект, д. 49;

e-mail: v.aksenov@rgotups.ru, nkalachev@fa.ru, kokin2@mail.ru

Авторы делятся опытом создания в МИИТ практикума, который формирует у обучаемых убеждение в том, что наличие на промышленном предприятии сравнительно небольшого комплекта недорогих приборов, позволяющих проводить оперативную оценку условий труда, может заметно повысить эффективность работы службы охраны труда.

Ключевые слова: курсы повышения квалификации, модульный лабораторный практикум, измерение физических параметров, окружающая среда.

Нами была поставлена цель организации для слушателей курсов повышения квалификации лабораторного практикума по измерению параметров, связанных с оценкой условий труда.

Для её достижения решались следующие задачи:

– выявление таких негативных факторов условий труда, измерение параметров которых можно осуществлять в условиях учебных лабораторий кафедры;

– подбор комплектов оборудования, которое, с одной стороны, обладало бы сравнительно невысокой стоимостью, но, с другой стороны, – в максимальной степени обеспечивало бы потребности кафедры в организации полноценного учебного процесса (в том числе – и для студентов);

– формирование набора методических пособий, рекомендаций и других материалов, ориентированных на использование предлагаемых измерительных приборов;

– выявление направления последующих действий, которые следует предпринять для дальнейшего совершенствования лабораторной базы кафедры и повышения эффективности её использования на практике.

В процессе поиска оптимального набора тем для проведения лабораторного практикума (как среди слушателей курсов, так и среди студентов) нами предприни-

мались попытки использования всех этих методик (описание работ см. [1-3]).

Визуальные (лабораторная работа «Определение гранулометрического состава почв»);

– химические (лабораторные работы: «Определение жёсткости воды»; «Определение кислотности почв»; «Органические вещества в природных водах. Определение окисляемости воды»; «Органические вещества в природных водах. Биохимическое потребление кислорода»; «Органические вещества в природных водах. Определение нефтепродуктов в воде»; «Определение анионных синтетических поверхностно-активных веществ с метиленовым синим»);

– физико-химические (лабораторные работы «Определение рН почвенной суспензии потенциометрическим методом» и «Исследование зависимости электропроводности раствора от температуры и концентрации»);

– физические (лабораторные работы «Измерение температуры термометрами разных типов», «Измерение относительной влажности воздуха», «Измерение освещённости рабочего места», «Измерение концентрации лёгких аэроионов в воздухе», «Измерение уровня эффективного звукового давления», «Измерение уровня звукового давления, создаваемого несколькими источниками», «Измерение окружающего радиационного фона», «Измерение параметров электромагнитных полей», «Измерение индукции магнитного поля»);

– биологическая (лабораторная работа «Оценка токсичности среды методом биотестирования»).

К данным работам были изданы методические указания по их выполнению, включавшие приложения с фотографиями и краткими характеристиками приборов, используемых на практике для проведения соответствующих измерений.

Таким образом, стало понятно, что в условиях ограниченного времени, отводимого на повышение квалификации, следует исключить из плана лабораторных работ большую часть методик, оставив для учебного процесса лишь физические (и, возможно, некоторые физико-химические) методики. Исходя из этих соображений и с учётом наработанного опыта проведения занятий, нами и была подготовлена заявка на приобретение оборудования для проведения лабораторных работ по дисциплинам, которые ведут преподаватели кафедры. Особенностью заявки являлась возможность комплектования на основе подобранного перечня приборов сразу нескольких учебных модулей, способных обеспечить потребности кафедры в работе с учащимися разных уровней: будущими бакалаврами, магистрами (по нескольким дисциплинам, предусмотренным рабочими планами для студентов разных направлений подготовки) и со слушателями курсов повышения квалификации.

В связи с вышесказанным, мы полагаем, что создание комплекта отечественных

аналогов подобных устройств не только было бы востребовано в целях обучения (как в высшей, так и в средней школах), но и помогло бы вывести мероприятия по экологическому мониторингу окружающей среды и по обеспечению требований охраны труда на новый уровень, позволив бы участвовать в контроле окружающей обстановки любому желающему.

Литература

1. Кокин С.М., Калачёв Н.В., Силина Е.К., Недостаев В.Н. Многоэтапные лабораторные работы, выполняемые в процессе изучения нескольких дисциплин // Учебная физика. – 2008, № 2. – С. 104-106.
2. Калачев Н.В. «Методическая система экспериментальной подготовки по физике студентов вузов в цикле естественнонаучных дисциплин», диссертация ... доктора педагогических наук: 13.00.02 / Московский педагогический государственный университет. Москва, 2013. – 355 с.
3. Калачев Н.В., Морозов А.Н. Проблемно-ориентированные физические практикумы – основы организации лабораторных работ в условиях открытого образования // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. № 7 (51), 2010, серия “Педагогические науки”, С. 80-84.

PACS: 01.50.Lc, 01.50.Pa, 01.55.+b

Peculiarities of Formation of Modular Laboratory Workshop on Environmental Characterization

Vladimir Aksyonov, Nikolay Kalachev*, Sergei Kokin

Moscow State University of Railway Engineering of Emperor Nicholas II
127994, Moscow, UL. Obratsova, h. 9, bld. 9, v.aksenov@rgotups.ru, kokin2@mail.ru

**Finance University under the Government of the Russian Federation*
125993, Moscow, GSP-3, Leningradskiy Prospekt, 49, nkalachev@fa.ru

The authors share their experience of creating the MIIT workshop, which produces the trainee conviction that the presence of the industrial enterprise relatively small sets of inexpensive devices that allow you to conduct a rapid assessment of working conditions can significantly improve the efficiency of labour protection service.

Keywords: refresher courses, modular laboratory workshop, measurement of physical parameters, the environment.

Доклады

УДК 378.147.88

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАДАЧИ «ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙТРОННОЙ АКТИВАЦИИ АЛЮМИНИЯ»

Евгений Александрович Андреев, Сергей Борисович Морозов

НИИЯФ МГУ, Москва, 119991, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2;
e-mail: evgenandre@gmail.com, sbm__@mail.ru

В докладе описывается разработанная в общем ядерном практикуме НИИЯФ МГУ установка, регистрирующая и электронную, и гамма-активность алюминия, облученного нейтронами. У студента появляется возможность изучить разные каналы реакций нейтронов с алюминием и всю последовательность радиоактивных превращений ядра Al-28.

Ключевые слова: ядерный практикум, искусственная радиоактивность, нейтронная активация, гамма-спектр.

В общем ядерном практикуме НИИЯФ МГУ продолжительное время успешно действует комплекс работ по изучению искусственной радиоактивности, где на основе анализа кривой распада студенту предлагается определить период полураспада элемента. Однако существующая аппаратура не позволяет рассмотреть такое важное явление, как возможность разных способов распада ^{28}Al . В тоже время, два года назад произошли изменения в учебном плане, согласно которым уменьшилось время, отведенное на выполнение задач, а сам практикум стал выполняться в третьем, а не в пятом семестре.

Принимая во внимание эти факторы, сотрудниками лаборатории была разработана и создана новая модификация задачи, допускающая как выполнение задачи непосредственно на оборудовании, так и самостоятельную обработку данных выложенных на электронных образовательных ресурсах. Студенту предлагается в какой-то степени пройти путем Э. Ферми и И.В. Курчатова и проанализировать распад облученного нейтронами алюминия и выяснить природу появления еще двух радиоактивных групп с периодами полураспада около 12 минут и 15 часов.

Для выполнения данной работы и отработки методики выполнения, была собрана опытная установка, с блоком детектирования, включающим газоразрядный и сцинтилляционный детекторы; формирователь и счетчик импульсов, амплитудный анализатор, высоковольтный блок питания ФЭУ, модули последовательного интерфейса для связи с ЭВМ. При соответствующей обработке полученных данных можно достаточно точно различать отдельные каналы распада, а применение

программных пакетов типа Origin позволяет выполнить работу за отведенное время.

Таким образом, в новой работе, посредством анализа одновременно снятых кривых распада и гамма-спектров

– изучается важная особенность ядерных реакций – возможность разных каналов взаимодействия ($^{27}\text{Al}(n,n')^{27}\text{Al}$, $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$, $^{27}\text{Al}(n,p)^{27}\text{Mg}$) в зависимости от энергии нейтронов и времени активации;

– визуализируется весь ход ядерного превращения Al-28 в Si-28 (и бета-распад Al-28, и гамма-распад возбужденного уровня Si-28);

– сохранена возможность работы с другими задачами практикума и различными материалами (серебро, родий).

На данный момент снимаются и подготавливаются данные с хорошим энергетическим разрешением для создания электронной версии работы и создаётся облегченный вариант для выполнения работы школьниками старших классов.

Литература

1. Курчатов И. Эффект Ферми в алюминии / И. Курчатов, Б. Курчатов, Т. Щепкин, А. Вибе // ДАН СССР. – 1934. – 3 – № 4, с. 221.
2. Padalino S. *Aluminum activation* / S. Padalino, H. Oliver et al <http://www.geneseo.edu/nuclear/aluminum-activation>.

PACS: 01.40.Fk

Equipment for the Task «Neutron Activation of Aluminum»

Evgeny Andreev, Serge Morosov

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics,
1(2), Leninskie gory, GSP-1, Moscow 119991, Russian Federation,
e-mail: evgenandre@gmail.com*

The report describes the measurement setup, registering beta- and gamma-activity of aluminum, irradiated with neutrons. The student has an opportunity to explore the different channels of neutron reactions with aluminum and the entire sequence of radioactive transformations of the Al-28 nucleus.

Keywords: nuclear practical work, artificial radioactivity, neutron activation, gamma-ray spectrum.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ СТУДЕНТОВ-ГУМАНИТАРИЕВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Марина Алексеевна Бабаева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29; e-mail: maalba@list.ru

Обсуждаются задачи и содержание лабораторного физического практикума в системе обучения естествознанию студентов-гуманитариев технического университета.

Ключевые слова: естествознание, студенты-гуманитарии технического университета, лабораторный физический практикум.

Вопрос о том, необходимы ли специалисту-гуманитарию, выпускнику технического университета естественнонаучные знания, – давно уже решен. Одинаковый и очевидный ответ дадут и работодатели-заказчики, и специалисты, отвечающие за качественную вузовскую подготовку выпускников. Как именно реализуется сегодня естественнонаучная подготовка выпускников-гуманитариев? Прежде всего через такие традиционные для университетов фундаментальные естественнонаучные дисциплины, как «физика», «химия», «биология», освоение которых наделяет выпускника соответствующей специализации необходимыми естественнонаучными знаниями. Включен в программы подготовки гуманитариев и мощный продукт междисциплинарного синтеза – курс «Концепции современного естествознания», призванный ознакомить выпускников-гуманитариев не только с обязательным для любого культурного человека минимумом естественнонаучных знаний, но и с рациональным научным методом, с принятой целостной естественнонаучной картиной мира. Необходимый естественнонаучный багаж конкретных практических знаний, усиленную подготовку по освоению естественнонаучной базы современных технологий, по формированию инновационно-технологического мышления – выпускники-гуманитарии могут получить в результате изучения курсов, подобных, например, дисциплине «Естественнонаучные основы инновационных технологий». В этом крайне заинтересованы выпускники инженерно-экономических специализаций – таких, как менеджеры, экономисты на предприятиях машиностроения, в энергетике, природопользовании и т.п. Но достаточно ли этих дисциплин? Способны ли все воспитанные средней школой гуманитарии их полноценно освоить?

Для качественного обучения гуманитариев естествознанию необходимо наличие и оптимизация всех звеньев образовательного процесса. Важной и незаменимой его частью является, как известно, лабораторный физический практикум. Выполнение лабораторных работ может позволить студентам расширить границы собственного естественнонаучного опыта, и на этой основе получить представления об изучаемых явлениях, о методологии естествознания, сформировать важные исследовательские умения и навыки, развить творческое отношение и к предмету, и к процессу обучения.

Каким должно быть содержание физических лабораторных работ для студентов-гуманитариев? Целесообразно проводить такие лабораторные работы с использованием обширной лабораторной базы кафедры физики, ответственной за проведение большинства естественнонаучных курсов. Работы должны быть простыми и наглядными, имеющими принципиальное для курса содержание и решающими поставленный круг образовательных задач. Например, представление о случайных величинах, методах их измерений и обработки можно получить из лабораторной работы «Моделирование случайной величины и исследование ее распределения», которая проводится, обычно, фронтально в начале практикума. Студенты в этой работе имеют дело (в подавляющем большинстве - впервые) со статистической обработкой массивов элементов, знакомятся с понятиями вероятности, плотности вероятности, функции распределения, учатся анализировать результаты и строить выводы. Продуманы образовательные задачи и других лабораторных работ. Приобретенные в процессе выполнения работ знания, умения и навыки – не просто полезны, но зачастую являются определяющими в профессиональной деятельности выпускников-гуманитариев.

PACS: 01.40.Fk

Physical Laboratory Workshops in the System of Teaching Natural Science to Humanities Students of the Technical University

Marina Babaeva

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251, St. Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29; e-mail: maalba@list.ru*

The tasks and the content of the physical laboratory workshops in the system of teaching natural science to humanities students of the technical university are observed.

Keywords: natural science, humanities students of the technical university, physical laboratory workshops.

ОПТИКА: ОТ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Николай Алексеевич Авдеев, Ольга Яковлевна Березина,
Артем Андреевич Хянин

Петрозаводский государственный университет
185910, Петрозаводск, Ленина, 33; e-mail: navdeev@petrsu.ru, berezina@petrsu.ru

В докладе приводится пример постепенного формирования навыков научно-исследовательской деятельности на основе лабораторного практикума.

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, спектральные зависимости, интерференция.

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавриата «техническая физика» и «электроника и наноэлектроника» выпускник должен быть готов к научно-исследовательской деятельности, в частности к проведению измерений и исследований физико-технических объектов с выбором технических средств измерений и обработки результатов.

В докладе показано, как на ФТФ ПетрГУ постепенно формируется готовность к указанному виду деятельности на примере одной из тем курса общей физики – волновой оптики.

Изучение курса общей физики на младших курсах, как известно, является основой для освоения специальных дисциплин и дипломного проектирования студентов технических специальностей.

В физическом практикуме по курсу оптика в лабораториях кафедры общей физики широко представлены работы по волновой оптике, в частности по теме интерференция [1]. Кроме того, на лекциях демонстрируются эксперименты по различным способам наблюдения интерференции, в том числе на мыльных пленках.

Студенты 3 курса при выполнении работ по курсу экспериментальные методы исследований в лабораториях кафедры физики твердого тела изучают устройство и принцип работы спектрофотометра. Снимая спектральные зависимости коэффициентов пропускания и отражения тонких пленок, понятия о которых вводятся в курсе общей физики, студенты наблюдают проявления интерференции и учатся рассчитывать параметры пленок: толщину или показатель преломления.

Полученные навыки используются при работе над дипломными проектами. Например, исследуя влияние различных воздействий на тонкие пленки оксидов

переходных металлов, студент может по спектральным зависимостям оценить изменение не только показателей преломления и поглощения, но и ширины запрещенной зоны, а затем построить модель протекающих в пленке процессов.

Т.о. у студента постепенно формируются навыки экспериментальных исследований, которые он с успехом может продемонстрировать при выполнении дипломной работы.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития Петрозаводского государственного университета на 2012–2016 годы.

Литература

1. Березина О.Я., Чудинова С.А. Физический практикум. Ч. IV. Оптика: учебно-методич. пособие / – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. – 268 с.

PACS: 01.40.Fk

Optics: From a Physical Workshop to Graduation Designing

Nikolaj Avdeev, Olga Berezina, Artem Khyanin

*Petrozavodsk state university, 185910, Petrozavodsk, Lenin Street, 33,
e-mail: navdeev@petsu.ru, berezina@petsu.ru*

The report provides example of gradual formation of research activity skills on the laboratory practical work basis.

Keywords: research activity, spectral dependences, interference.

ОЦЕНКА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Татьяна Рудольфовна Степанова, Елена Николаевна Вяххи

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Санкт-Петербург, 195251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29;
e-mail: uranova.marina@yandex.ru, vyakhkhi@gmail.com

В докладе рассматриваются лабораторные работы, результатом которых является установление эмпирических зависимостей между исследуемыми величинами. Предлагается использовать простой метод расчета корреляций между измеренными параметрами. Подобного рода работы позволяют учащимся лучше воспринимать теоретическую часть курса, а также расширяют набор экспериментальных практик у обучающихся.

Ключевые слова: методика эксперимента, зависимость, корреляция, закономерность.

Работы, входящие в лабораторный практикум по физике, можно условно разделить на две группы, отличающиеся подходом к обработке результатов измерений. Первая группа лабораторных работ связана с определением каких-либо величин [1]. Например, измерение ускорения свободного падения, определение постоянной Больцмана и т.п. Вторая группа лабораторных работ позволяет установить некие существенные закономерности эмпирическим путем. Например, воспроизведение знаменитого опыта Милликена по измерению заряда электрона. Структура этого эксперимента включает измерение времени, за которое заряженная капля проходит некоторое расстояние в поле силы тяжести и параллельном ему и антипараллельном электростатическом поле. При обработке результатов измерений доказывается дискретность заряда капли. Затем находят наименьший общий множитель.

Ко второй группе лабораторных работ также можно отнести исследование пропорциональности между силой, действующей на тело, и ускорением, с которым движется тело под действием этой силы. Или, другой пример, лабораторная работа Поведение рамки с током в магнитном поле, в которой нужно установить вид зависимости величины вращающего момента, действующего на рамку с током от различных величин, например, от площади рамки, или от величины внешнего магнитного поля. Результатом является установление связи между изучаемым явлением и неким внешним воздействием. Для каждой из полученных зависимостей рассчитывается корреляция между исследуемыми величинами. Для этого представим, что изучаемое явление и внешнее воздействие связаны некой степенной

функцией $y = a \cdot x^z$. Представим зависимость $y = a \cdot x^z$ как $\ln y = z \ln x + \ln a$. Если, например, зависимость линейная, то показатель степени z близок к 1. Для вычисления z и погрешности измерения можно воспользоваться методом парных точек. Такие эксперименты очень наглядны и дают обучающимся представление о физике как науке, в которой более глубокое понимание природы достигается благодаря определению количественных параметров наблюдаемых зависимостей. Это позволяет понять разницу между эмпирическим научным методом и наблюдением того или иного явления.

Литература

1. Степанова, Т.Р., Вяххи Е.Н. Развитие интерактивных методов в курсе физики / Т.Р. Степанова, Е.Н. Вяххи, А.М. Якименко // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах – Материалы XXI Международной научно-методической конференции. Санкт-Петербург, 5 –7 июня 2014 г., Т. 2. – СПб: изд-во Политехнического университета, 2014 г., С. 147-150.

PACS: 01.40.Fk

Estimate of the Correlation Ratios of Physical Quantities in Laboratory Practice

Tatiana Stepanova, Elena Viahhi

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Russia, 195251, St. Petersburg, Polytechnicheskaya, 29;
e-mail: uranova.marina@yandex.ru,
vyakhkhi@gmail.com*

The report provides physical experiments in which students can obtain different relations between physical quantities. Also the report provides a method of assessing the correlation. After such labs the students have a better understanding of the course of physics.

Keywords: experimental procedure, relation, correlation, regularity.

«ПОЮЩИЕ» ЗАДАЧИ ПРИ ДОПУСКЕ И СДАЧЕ В ОБЩЕМ ЯДЕРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Ирена Михайловна Зверева, Наталья Юрьевна Казарина,
Эдуард Иоханнесович Кэбин, Евгений Вадимович Широков,
Леонид Алексеевич Янин

НИИЯФ МГУ, 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2;
e-mail: zim@srd.sinp.msu.ru, natkaz@hotmail.ru, kabin@depni.sinp.msu.ru,
shirokov@depni.sinp.msu.ru, leonid-2@rambler.ru

При допуске к задачам ядерного практикума эффективными для оценки понимания и развития радиационной грамотности оказались нестандартные задачи с элементами парадоксальности.

Ключевые слова: ядерный практикум, радиационная грамотность.

При допуске к задачам ядерного практикума в ходе обсуждения с небольшой (5-8 человек) группой студентов теории, оборудования и порядка выполнения работы эффективными для оценки понимания оказались нестандартные задачи.

Например, разбирая взаимодействие альфа-излучения с веществом, после шаблонного ответа, что альфа-частицы поглощаются листом бумаги, предлагается мысленный эксперимент: “Если положить альфа-источник на стул, на него – вашу практикантскую книжку, сядете сверху?”

При записи энергетического условия возможности альфа-распада студентке с золотыми украшениями сообщается, что для ядра золота это условие выполняется. Где же лучевые ожоги?

Самарский методист Бетев В.А. [1;74] предложил называть подобные задачи, которые помимо заложенной в их содержание «физики», несут определенную дозу «лирики» – “поющими”; они «звучат» или своим неожиданным условием, или решением, или полученным результатом.

В предлагаемых задачах отмечаются элементы парадоксальности. В задаче про практикантскую книжку альфа-частицы поглощаются, но испускается фотоны при переходе атомов поглотителя после ионизации в основное состояние. Малая энергия альфа-распада для ядер золота приводит к их огромному, в сравнении с возрастом Вселенной, периоду полураспада. Как отмечается [2], анализ парадоксальных физических ситуаций и результатов может способствовать развитию физического мышления.

Неожиданно решение задачи с допуска при изучении бета-распада и взаимодействия электронов с веществом:

– Как, имея счетчик Гейгера, эффективно регистрирующий электроны, убедиться в том, что в колбасе нет стронция-90?

Разбирая схему распада стронция-90, актуализируя знание о поглощении электронов в веществе, студент приходит к выводу, что с данным типом счетчика колбасу перед измерением следует сжечь.

Приведенные задачи переводят чисто теоретические вопросы на уровень жизненной важности. Для их решения недостаточно репродуктивного воспроизведения формул и утверждений из описания лабораторной работы. Вопрос, обращенный ко всем студентам, снижает стресс, связанный с возможностью быть недопущенным к выполнению работы.

Возможно предложение нестандартного добровольного задания во внеурочное время. Несколько лет назад в практикуме проходил художественный конкурс «Распад свободного протона». Оперативное объявление о нем было прочитано, безусловно, каждым студентом. Из четырехсот человек свои работы, украшающие сейчас стены коридора, представило двое [3]. Но полезно даже ознакомление с темой конкурса, изучение которой в условиях общего ядерного практикума невозможно.

На сайте лаборатории к описанию установки по гамма-спектрометрии прилагаются схемы распада, реальные спектры и стихотворные описания спектров используемых в практикуме изотопов [4]. К спектру европия-252: «То пики, то провалы. То взлеты, то паденья. Вся жизнь моя предстала в спектральном изложении». Что отложено по осям воображаемых координат поэта и осям аналого-цифрового преобразователя? Почему у европия-252 такой частокол линий в области малых энергий? Для определения мультипольности гамма-перехода на сайте выложена флеш-игра [5].

Совершенствуя банк сопроводительных заданий к практикуму, мы стремимся к взаимосвязанным педагогическим результатам – росту интереса к предмету, лучшему пониманию изучаемых тем, развитию физического мышления и радиационной грамотности.

Литература

1. *Самойлов Е.А.* Формирование приемов продуктивного мышления школьников при обучении физике: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02: Самара, 1994, с.190.
2. *Ситнова Е.В.* Методическая система развития парадоксальности мышления при обучении физике // Среднее профессиональное образование. 2007. №4, с. 63-65. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskaya-sistema-razvitiya-paradoksalnosti-myshleniya-pri>

obuchenii-fizike (дата обращения: 28.06.2016).

3. Распад свободного протона / Зверева И.М., Казарина Н.Ю. <http://prac-gw.sinp.msu.ru/proton.html>
4. Янин Л.А. Спектральные стихи <http://prac-gw.sinp.msu.ru/images/nucleus/nucl05Na22.htm>
5. Nuclear Bird / Зверева И.М., Хаджимагоматов Р.А. <http://prac-gw.sinp.msu.ru/images/nucleus/bird/birdN.htm>

PACS: 01.40.Fk

«Singing» Questions for the Admission in General Nuclear Practicum

Irena Zvereva, Natalia Kazarina,
Eduard Kabin, Evgheny Shirokov, Leonid Yanin

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics,
1(2), Leninskie gory, GSP-1, Moscow 119991, Russian Federation;
e-mail: zim@srd.sinp.msu.ru, natkaz@hotmail.ru, kabin@depni.sinp.msu.ru,
shirokov@depni.sinp.msu.ru, leonid-2@rambler.ru*

At admission to nuclear practicum effective for understanding evaluation and radiation literacy development are unusual questions with elements of a paradox.

Keywords: nuclear practicum, radiation literacy.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ИЗУЧАЮЩИХ ФИЗИКУ И ХИМИЮ

Николай Антонович Задорожный, Светлана Леонидовна Тимченко,
Николай Ильич Юрасов, Ирина Игоревна Юрасова

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
105005 Россия, Москва, 2-ая Бауманская, 5; e-mail: nikyurasov@yandex.ru

В докладе приводится обоснование изучения и применения электронного парамагнитного резонанса в физике и химии в лабораторных работах для студентов второго и третьего курсов, которые оптимально сочетают натурный и вычислительный эксперименты.

Ключевые слова: резонанс, электронный парамагнитный резонанс, натурный и вычислительный эксперимент, свободный радикал.

Важным элементом изучения объектов в природе и технике является обнаружение и исследования немонотонных процессов резонансного характера. Большинство лабораторных работ, выполняемых студентами, посвящено изучению резонансов в макроскопических системах, например, изучение механического резонанса; электрический резонанс напряжения на конденсаторе в колебательном контуре. Однако широко распространены в природе и имеют множество технических применений резонансы в микросистемах [1-3]. Наиболее значимыми применениями такого резонанса являются: контроль технологических процессов в химии, в производстве материалов для микроэлектроники и нано-инженерии, контроль физических процессов в плазменных системах (включая твердотельную плазму в полупроводниках); ускорение заряженных частиц, генерация излучений, квантовые стандарты частоты - важнейший элемент, определяющий точность и надёжность современных систем спутниковой и автономной навигации, а также радиолокации. Поэтому современный студент технического университета вне зависимости от его дальнейшей специализации должен быть ознакомлен с примером такого резонанса.

В лабораторном практикуме для студентов технически относительно легко продемонстрировать электрический резонанс в макросистеме, а демонстрация магнитного резонанса является более сложной технической задачей. Для микросистем ситуация изменяется, демонстрация магнитного резонанса требует соответствующее оборудование и знания основ квантовых систем. Современный физический практикум, оснащённый приборами фирмы RHYWE [4], содержит лабораторную работу по магнитному резонансу в микросистемах, а именно: электронный спиновый резонанс.

Приборы из этой работы могут быть использованы в лабораторных установках как по физике, так и по химии, в частности для обнаружения свободных радикалов. И эта лабораторная работа используется на кафедре физики нашего университета. В работе изучается электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) в веществах, находящихся в различных агрегатных состояниях.

Линия резонансного поглощения ЭПР, т.е. зависимость поглощения от индукции квазистатического магнитного поля, приложенного к парамагнетику, наблюдается в кристаллах дифенилпекрилгидразида (ДФПГ), а также в растворе бихромата калия при взаимодействии с пероксидом водорода. Молекула ДФПГ имеет один неспаренный электрон. В исследованном растворе есть свободные радикалы. Поэтому в обоих экспериментах есть электронные дипольные магнитные моменты, которые в переменном магнитном поле поглощают энергию высокочастотного электромагнитного поля резонансным образом. В обоих случаях частота высокочастотного электромагнитного поля была равна 146 МГц. Она соответствовала индукции квазистатического магнитного поля, равной 0,0050 Тл. Лабораторная установка фирмы RNYWE позволяет вывести линию ЭПР на экран монитора для визуального анализа, например, для оценки ширины линии, а также добротности. В отличие от стандартных вариантов лабораторной работы по изучению дисперсии света в случае ЭПР студенты знакомятся не с резонансом в системе электрических дипольных моментов, а с резонансом в системе магнитных дипольных моментов. Это позволяет показать студентам общность описания резонансных явлений в макро- и микросистемах, макро- и микромире. Мы демонстрируем студентам пример единства электрических и магнитных явлений в физике.

Интегрирование линии ЭПР, т.е. определение площади под резонансной кривой, позволяет найти концентрацию активных парамагнитных частиц, так как в работе имеется эталон – ДФПГ. В лабораторной работе по химии эта возможность позволяет оценить концентрацию свободных радикалов. Используя известные представления для форм линий ЭПР свободных радикалов [3], студент также может идентифицировать свободный радикал, линию ЭПР которого он наблюдает.

Литература

1. *Мартинсон Л.К., Смирнов Е.В.* Квантовая физика: Учебное пособие-3-е изд. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 528 с.: (Серия «Физика в техническом университете»; под ред. Л.К. Мартинсона, А.Н. Морозова).
2. *Винтайкин Б.Е.* Физика твердого тела: Учебное пособие-2-е изд. М.: Изд-во МГТУ им.

- Н.Э. Баумана, 2008. 560 с.: (Серия «Физика в техническом университете»; под ред. Л.К. Мартинсона, А.Н. Морозова).
3. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1989. 288 с.
4. TESS Expert PHYWE, Laboratory Experiments Physics School University, PHYWE Sistem Gmb & Co, 2012.

PACS: 33.35.+r

Electronic Paramagnetic Resonance in Laboratory Works for the Students Studying the Physics and Chemistry

Nikolay Antonovich Zadorozhnyj, Svetlana Leonidovna Timchenko,
Nikolay Ilich Yurasov, Irina Igorevna Yurasova

*The Moscow state technical university of AD Bauman,
Moscow, 105005, Moscow, 2-nd Baumansky 5;
e-mail: nikyurasov@yandex.ru mailto:nikyurasov@yandex.ru*

In the report the substantiation of studying and application of an electronic paramagnetic resonance in the physicist and chemistry in laboratory works for students of the second and third courses who optimum combine natural and computing experiments is resulted.

Keywords: a resonance, an electronic paramagnetic resonance, natural and computing experiment, a free radical.

ДЕМОНСТРАЦИОННО-ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ»

Сергей Викторович Ланкин, Юрий Олегович Иванюк

ФГБОУ ВО Благовещенский государственный педагогический университет
Амурская обл. г. Благовещенск, 675000, ул. Ленина 104; e-mail: svlankin@yandex.ru

В докладе предлагаются рекомендации по организации демонстрационно-лабораторного физического практикума по курсу «Методика обучения физике» в пед. вузе».

Ключевые слова: демонстрационные и лабораторные опыты по курсу «Методика обучения физике», цели и задачи практикума, требования к выполнению и зачету работ.

На сегодняшний день актуальной методической задачей является задача применения в учебном процессе различных средств учебного физического эксперимента. Глобальная информатизация общества, переход на новые информационные технологии, разработка и внедрение технического, учебного и программно-методического обеспечения информатизации привели к появлению и широкому использованию в методической науке новых технологий. На сегодняшний день использования школьного физического эксперимента в учебном процессе и обновление материально-технической базы школьного кабинета является важной проблемой в образовании.

Предметом исследования и целью данной статьи является процесс методической подготовки студентов пед. вузов к использованию физического эксперимента в профессиональной деятельности.

Повышение качества подготовки будущего учителя к использованию физического эксперимента в учебном процессе будет возможно, если содержание физического практикума по методике обучения физике будет формироваться с учетом процессов дифференциации и индивидуализации обучения в школе, внедрение в обучение новых методических технологий, развития приборной базы учебных лабораторий. Новизна нашего исследования состоит: выделены профессиональные умения учителя физики по физическому эксперименту в условиях профильного обучения в школе и определены условия их формирования в физическом практикуме методики обучения физике; разработана технология подготовки студентов к демонстрационному эксперименту; определены вопросы содержания методической подготовки студентов; разработаны учебно-методические материалы для студентов по использованию демонстрационного эксперимента в школьном курсе физики (20 часов

– Кинематика, Законы Динамики, Законы сохранения в природе, Молекулярная физика, Термодинамика, Механические колебания и волны, Электростатика, Электрический ток, Оптические явления, Квантовая физика).

Система методической подготовки студентов в роли учителя физики должна быть направлена на решение новых профессиональных задач и на формирование у студентов фундаментальных знаний и практических умений и навыков; состоять из: изучения технической базы физического эксперимента; использования эксперимента в учебном процессе и выполнения самостоятельного экспериментального задания. Методическую подготовку студентов к использованию демонстрационного эксперимента в учебном процессе необходимо строить на основе метода анализа педагогических ситуаций.

Работа физического практикума выполняется группами по 2-3 человека по графику. При подготовке – повторяется содержание учебного материала по теме лабораторной работы, используя школьные и вузовские учебники по физике. Для допуска выполнения работ необходимо пройти компьютерную проверку на знание материала и умения проведения эксперимента. Для получения зачетов студент должен выполнить экспериментальную часть, самостоятельно оформить отчет по схеме эксперимента и пройти контрольный тест на компьютере. В зависимости от вида эксперимента выделены требования к его проведению и его результатам. При необходимости студенты должны оценить надежность демонстрационной установки, учесть выразительность демонстраций и ее доступность для учащихся. В выводе дается анализ полученных результатов, указываются технические и методические особенности опыта. В ходе выполнения физического практикума по методике обучения физике каждым студентом создается методическая картотека, которую он будет использовать при прохождении педагогической практики и в ходе дальнейшей работы в профильной школе.

PACS: 01.40.gb

Demonstration and Laboratory Practice on the Course “Methods of Teaching Physics”

Sergey V. Lankin, Yuri O. Ivanyuk

FGBOU IN Blagoveshchensk State Pedagogical University

Amura. Blagoveshchensk, 675000, st. Lenin 104; e-mail: solankin @ yandex.ru

The report makes recommendations on the organization of a demonstration – physical laboratory practical work on the course “Methods of teaching physics” in ped. university.

Keywords: demonstration and laboratory experiments on the course “Methods of teaching physics”, the workshop aims and objectives, to fulfill the requirements and offset papers.

ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ИЛИ КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИМУЛЯТОР?

Александр Альбертович Лужков, Ирина Олеговна Попова,
Иосиф Исаакович Хинич

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, e-mail: yandexbox@mail.ru

Обсуждается вопрос о сбалансированности внедрения высокотехнологичного лабораторного оборудования и опасности избыточной компьютеризации при организации физического практикума в педагогическом вузе. Предлагается комбинирование традиционного и наукоемкого физического практикума на различных этапах обучения.

Ключевые слова: физический практикум, информационные технологии, компьютеры в образовании, наукоемкое лабораторное оборудование.

Стремительное внедрение информационных технологий в физический практикум таит в себе опасность тотального переноса реального физического эксперимента в виртуальное компьютерное пространство. Часто бывает, что схема установки прямо переносится из методического пособия в графический интерфейс виртуальной лабораторной работы, превращая натуральный физический эксперимент в разновидность компьютерной игры. Более прогрессивной альтернативой является модельный эксперимент, при котором для имитации физического явления студенты самостоятельно используют набор математических формул и генератор случайных чисел. Однако такой подход в большей степени стимулирует смежные компетенции, особенно в области информатики и программирования, но уводит в сторону от основной задачи традиционного физического практикума.

В контексте педагогического физического образования более естественным представляется подход, основанный на постепенном наращивании инструментальной составляющей лабораторной установки параллельно усложнению разделов курса физики. При этом на начальных этапах физического практикума представляется методически более целесообразным использование традиционных методов проведения лабораторных работ. Например, при исследовании законов механического движения компьютеризированная инструментальная компонента лабораторной установки зачастую представляет собой громоздкую надстройку, и на овладение навыками работы на такой установке тратится неоправданно большая часть аудиторной самостоятельной работы. В то же время существуют разделы физики, например – электромагнетизм, электроника, строение вещества, где использование информационно-коммуника-

ционных технологий реализуется самым естественным образом. Здесь данные возникают опосредованно и их естественно импортировать в компьютер через оцифровывающее интерфейсное устройство. В частности, как показала практика, большой эффективностью отличаются работы, проводимые на мобильном компьютеризированном учебном комплексе по электронике, цифровой технике и электротехнике LUCAS-NULLE.

Сложные компьютерно-ориентированные автоматизированные комплексы для управления экспериментом и сбора экспериментальной информации целесообразно использовать только при изучении специальных разделов физики. Поэтому требуется оснащать вузовские учебные лаборатории таким наукоемким оборудованием, в котором используются методы, адекватные исследуемым объектам. В первую очередь, с учетом современных тенденций прикладных областей физики, это относится к сфере нанотехнологий. Приведем в качестве примера комплекс сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ) NanoEducator первого и второго поколения, демонстрирующий объединение информационных технологий и высокотехнологичных измерительных приборов. На этом комплексе в течение последних лет на основе проблемно-ориентированного подхода отработана методика проведения лабораторно-практических занятий со студентами факультета физики и других естественнонаучных факультетов РГПУ им. А.И. Герцена. Целью этой методики в первую очередь является развитие у студентов экспериментальных технологических навыков самостоятельной познавательной и профессиональной исследовательской деятельности. Кроме того, на этом же оборудовании студенты старших курсов имеют возможность развивать свои профессиональные педагогические компетенции на занятиях со школьниками в рамках образовательных проектов.

Данное наукоемкое измерительное оборудование дает возможность осуществлять комплексный подход к концепции многоуровневого физического практикума и к организации межпредметных связей. Основные возможности, предоставляемые комплексом: 1) разнообразие объектов исследования для сканирования поверхности; 2) изучение поверхностных электрофизических характеристик объектов и их модификация в режиме нанолитографии; 3) сочетание параллельных исследований на разном оборудовании; 4) математическая обработка результатов исследований как методами, встроенными в NanoEducator, так и в рамках параллельных дисциплин, например – «Математическое моделирование», «Вычислительная физика». Положительным эффектом применения такого рода оборудования является отработка целого комплекса компетенций. Кроме компетенций, непосредственно относящихся к физике, сюда относятся знания и умения из специализированных разделов высшей математики, информационных технологий и программирования.

Выбор конкретного наукоемкого оборудования для физического практикума должен коррелировать с научными программами вуза. В частности, выбор именно комплекса СЗМ NanoEducator был связан с последующим переходом на уровне магистратуры к работе на профессиональном оборудовании в лаборатории физики поверхности и наноструктур РГПУ им. А.И. Герцена.

Таким образом, представляется целесообразным сохранить компоненту физического практикума в форме традиционного натурального эксперимента, сопряженного с компьютерной обработкой данных и представлением отчетов студентов по лабораторным работам в электронном виде.

PACS: 00.01.50.Qb

Physics Practicum or Computer Simulator?

A.A. Luzhkov, I.O. Popova, I.I. Khinich

*Herzen State Pedagogical University,
48 Moika River Embankment, Saint-Petersburg, 191186,
e-mail: yandexbox@mail.ru*

Balanced introduction of high-tech laboratory equipment and dangers of over-computerization during setting-up a Physics practicum in a pedagogical university are discussed. A combination of traditional and knowledge-intensive Physics practicum at various stages of education is proposed.

Keywords: physics practicum, information technologies, computers in education, knowledge-intensive laboratory equipment.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НАТУРНЫХ ЛЕКЦИОННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ЦИФРОВЫМ ЗАПОМИНАЮЩИМ ОСЦИЛЛОГРАФОМ С КОМПЬЮТЕРНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Евгения Александровна Игнатьева, Константин Борисович Лукин

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
107005, Москва, 2-ая Бауманская, 5; e-mail: lkb1942@mail.ru

В докладе приводится позиция авторов, что натурные физические эксперименты, сопровождающие чтение лекций, являются важнейшим методом формирования компетенций у слушателей глубокого понимания изучаемых процессов. Это даёт возможность эффективно применять полученные знания в эксплуатации техники, технологий, что актуально для бакалавров, и разработке, проектировании новой техники, технологий, что актуально для специалистов и магистров. Демонстрируется применение осциллографа с компьютерным интерфейсом для визуализации физического эксперимента в условиях лекционной аудитории. Стандартный компьютерный интерфейс осциллографа позволяет осуществлять дистанционную передачу характеристик физического эксперимента.

Ключевые слова: интерфейс измерительных устройств, визуализация натурального физического эксперимента, осциллограф многофункциональный цифровой запоминающий, дистанционная передача характеристик физического эксперимента.

Натурные эксперименты являются доказательством адекватности рассмотренных на лекции теоретических вопросов реальным процессам, вследствие чего слушатели приобретают компетенции, в каких естественных процессах, с помощью каких физических законов и математического аппарата можно применить результаты данной лекции. Визуализация результатов натуральных физических экспериментов в реальном масштабе времени по двум осям декартовой прямоугольной системы координат является наиболее информационно полной для понимания слушателями лекции естественного процесса, для чего применяется отображение динамики этого процесса в плоскости экрана 2D осциллографа. Для вывода изображения с экрана осциллографа на лекционный экран применяется [1] осциллограф с интерфейсом, совместимый с компьютерными проекторами. В докладе демонстрируется применение этого [1] осциллографа в следующих опытах:

- петли гистерезиса [2] ферромагнитных материалов;
- фигур Лиссажу при сложении когерентных синусоидальных колебаний электрического тока по взаимно перпендикулярным направлениям;

- зависимость ЭДС индукции от времени при изменении магнитного потока, пересекающего внутренний объём соленоида;
- зависимость ЭДС самоиндукции от времени, возникающих на выводах соленоида при включении и выключении тока через этот соленоид.

Литература

1. OWON, SDS-Ev; осциллограф цифровой запоминающий многофункциональный; руководство пользователя: примечание: “v” означает наличие дополнительного VGA порта. WWW.OWON.COM.HK
2. ООО “РУСУЧПРИБОР”; установка демонстрационная “Петля гистерезиса”; паспорт; 2010.

PACS: 01.40.Fk

Visualization of Field Experiments in Physics Lecture Multifunction Digital Storage Oscilloscope with Computer Interface

Evgenia Ignatieff, Konstantin Borisovich Lukin

*Moscow State Technical University named after Bauman
107005, Moscow, 2nd Bauman, 5; e-mail: lkb1942@mail.ru*

The report contains the author’s position that full-scale physical experiments, accompanying lectures, is an important method of formation of competences in students a deep understanding of the processes under study. This makes it possible to effectively apply the knowledge gained in the operation of equipment, technology, which is important for undergraduate and development, design of new equipment, technology, which is important for specialists and masters. It demonstrates how to use the oscilloscope with a computer interface for visualization in a lecture hall of physical experiment. Standard computer oscilloscope interface allows remote transmission characteristics of a physical experiment.

Keywords: measuring device interface, visualization of full-scale physical experiment, multifunction digital storage oscilloscope.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПРЕДЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УЧЕБНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА ПРИМЕРЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ И ДИСПЕРСИИ ВОЗДУХА ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ ЖАМЕНА

Юрий Павлович Михайличенко

Томский государственный университет, физический факультет
Томск, 634050, проспект Ленина, 30; e-mail: mup@phys.tsu.ru

В докладе обсуждается организации самостоятельной работы студентов с экспериментальной установкой выше среднего уровня. Выбрана работа по оптике четвертого семестра, когда студенты имеют навыки самостоятельной исследовательской работы. Показатели преломления для двух длин волн и дисперсия воздуха определяются по методу скрещенных дисперсий. Измерения смещения полос интерференции проводятся с ПЭС линейкой в нестандартном варианте с вертикальными полосами интерферометра Жамена.

Ключевые слова: дисперсия воздуха, интерферометр Жамена, физический практикум.

Исходная экспериментальная задача “Изучение с помощью интерферометра зависимости показателя преломления газа от давления” изложена в практикуме МГУ [1]. В этой задаче предлагается проверить линейность зависимости показателя преломления воздуха от давления $(n - 1) = kP$, где k – постоянная Гладстона-Дэйла. Измерения проводятся на двухлучевом интерферометре Жамена по смещению горизонтальной ахроматической полосы при освещении интерферометра рассеянным белым светом с применением метода компенсации. Особенности интерференционных полос – линий равного наклона в интерферометре Жамена определяются его конструкцией и в белом свете можно наблюдать только систему цветных горизонтальных полос интерференции. Но в руководстве [1] обсуждаются условия настройки интерферометра для получения полос не только с горизонтальной, но и с вертикальной ориентацией. Нам было интересно расширить экспериментальную часть и применить вертикально ориентированные полосы. Поэтому мы дополнили схему спектроскопом УМ-2 с целью измерения характеристик воздуха метод скрещенных дисперсий. На такой установке можно решить дополнительную задачу определения характеристик $k(\lambda_1)$ и $k(\lambda_2)$ для двух доступных источников монохроматического света: зеленой линии ртути 546 нм и лазерной указки 653 нм.

Приводим результаты студенческих измерений. Графики $(n - 1) \cdot 10^5 = f(P)$ были

построены по 20 точкам. При нормальном давлении разность показателей преломления для двух длин волн 546,1 нм и 653,1 нм равна $n_1 - n_2 = 0,44 \cdot 10^{-5}$. Получили значение постоянной Гладстона-Дейла для зеленой линии ртути $k(\lambda_1) = 0,2462 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ и сравнили ее со значением $k = 0,2262 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$ для этой длины волны, определенной по данным в [2] на стр. 164. Здесь расхождение составило 10%. Для второй длины волны значение постоянной $k(\lambda_2) = 0,2450 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$. Эта работа по оптике выполняется в четвертом семестре, когда студенты могут сами планировать эксперимент и рассчитывать ошибки измерений.

Мы предлагаем эту более сложную работу лишь тем студентам, которым нравится решать нестандартные задачи. Причем организуем ее как совместную исследовательскую работу с преподавателем. Не следует рекомендовать работы такого плана всем студентам, чтобы не тормозить “студенческий конвейер”.

Литература

1. Физический практикум. Электричество и оптика. / Под ред. В.И. Ивероновой. – М.: Наука, 1968. – 816 с.
2. Хауф В., Григуль У. Оптические методы в теплопередаче. – М.: Мир, 1973. – 240 с.

PACS: 01.50.Pa, 07.60.Ly, 42.25.Hz

Measurement of the Refractive Index and Dispersion of Air by Means of Jamin Interferometer

Yuri Mikhailichenko

Tomsk State University

Russia; 634050, Tomsk, Lenina Ave., 30; e-mail: mup@phys/tsu/ru

The report discusses the organization of research students' work. The experimental setup comprising the Jamin interferometer and spectroscope perform measuring the refractive index and dispersion of air exactly by the method of crossed dispersions. The CCD linear image sensor ILX511 used for optical measuring of interference fringes.

Keywords: Jamin interferometer, physical laboratory.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Ольга Геннадьевна Ревинская, Надежда Степановна Кравченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Томск, 634050, пр. Ленина, 30; e-mail: ogr@tpu.ru

В докладе обсуждается методика актуализации соблюдения студентами оптимальных условий эксперимента при выполнении лабораторных работ в процессе изучения курса общей физики.

Ключевые слова: физический эксперимент, модель физического явления или процесса, условия проведения эксперимента, компьютерные лабораторные работы.

Курс общей физики содержит большое количество моделей физических процессов и явлений. При определенных условиях та или иная физическая модель может достаточно полно описывать реальное явление или процесс. В этих условиях физическая модель используется не только для объяснения сути реального процесса или явления, но и для получения характеризующих его физических величин. Этот подход является методической основой лабораторного практикума. Перед выполнением лабораторной работы студенты изучают определенную модель и характеризующие ее физические величины, а в процессе выполнения работы получают необходимый экспериментальный материал для последующего вычисления соответствующих физических величин и сравнения реального явления (процесса) с моделью. Однако ни условия, при которых могут наблюдаться рассматриваемые явления или процессы, ни способы создания этих условий в учебной лаборатории, как правило, при выполнении лабораторных работ не обсуждаются. Это объясняется не только нехваткой времени, но, главным образом, отсутствием возможности варьирования условий проведения учебных опытов. А если студент не имеет возможности убедиться, что при изменении условий явление может стать трудно изучаемым или даже недоступным для наблюдения с помощью имеющегося оборудования, то от него практически невозможно требовать соблюдения оптимальных условий проведения эксперимента. То есть без внешнего предметного опыта на основе одних только устных обсуждений добиться осмысленной мотивации контроля этих условий нельзя.

Формирование предметного опыта по обоснованию и подготовке оптимальных условий эксперимента можно осуществить во внешней материализованной деятельности с помощью компьютерных лабораторных работ, воспроизводящих

идеальные физические модели. В результате последовательного использования таких работ, оснащенных виртуальными измерительными инструментами (линейками, секундомерами, датчиками и т.д.), студенты могут получить достоверную информацию о том, как изменятся результаты применения определенной физической модели в разных условиях. Выполнение таких исследований перед проведением натуральных измерений позволяет не только акцентировать внимание студентов на условиях проведения эксперимента, но и сформировать потребность в их осознанном соблюдении [1]. Для этого, начиная с 2002 г., авторами разрабатывается и совершенствуется методика изучения моделей физических процессов и явлений на компьютере с помощью комплекса компьютерных лабораторных работ Laboratory Simulations. В результате анализа опыта использования этих работ в учебном процессе Томского политехнического университета удалось выявить позитивное изменение отношения студентов младших курсов к соблюдению условий проведения учебных физических экспериментов не только с компьютерными моделями, но и на натуральных установках.

Литература

1. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Обучение студентов поиску оптимальных условий проведения учебного эксперимента по физике с помощью теоретических моделей // Инновации в образовании – 2015. – № 2. – С. 25-41.

PACS: 01.50.Pa; 01.55.+b

Conditions of as an Inseparable Component of the Educational Physical Experiment

Olga G. Revinskaya, Nadegda S. Kravchenko

*National Research Tomsk Polytechnic University
Tomsk, 634034, av. Lenin, 30; e-mail: ogr@tpu.ru*

The report discusses the technique of actualization student observance of optimal experimental conditions at performance laboratory works in the study of general physics course.

Keywords: physical experiment, a model of a physical phenomenon or process, the conditions of the experiment, and computer laboratory works.

ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗЫ Р-ВОЛНЫ ПРИ ОТРАЖЕНИИ ОТ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ДВУХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Федор Васильевич Скрипник, Николай Антонович Задорожный,
Елена Владимировна Корогодина, Светлана Леонидовна Тимченко

Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1; e-mail: skripnikfv@mail.ru;
nikazador@mail.ru; ekorogodina@mail.ru; svtimchenko@yandex.ru

В докладе представлены результаты экспериментального подтверждения формул Френеля по изменению фазы s- и р-волн в зависимости от угла падения на границу раздела двух диэлектриков. Эксперименты проводились с использованием интерференции в тонких пленках.

Ключевые слова: формулы Френеля, интерференция, фаза, волна, плоско поляризованная волна.

Формулы Френеля сыграли очень важную роль в развитии физики первой половины XIX века. Это связано как с выводом самих формул, так и их анализом. Одним из важных результатов является изменение фазы волны при отражении от границы раздела двух диэлектриков. Так, при отражении от оптически более плотной среды фаза отраженной s-волны (вектор напряженности электрического поля перпендикулярен плоскости падения) меняется на противоположную при любых углах падения, а фаза отраженной р-волны (вектор напряженности электрического поля параллелен плоскости падения) при углах падения от 0 до α_B (угол Брюстера) не меняется, а при углах падения от α_B до $\pi/2$ меняется на противоположную. Для проверки данных выводов проведен эксперимент на гониометре Г5 с использованием ртутной лампы в качестве когерентного источника излучения. Для повышения когерентности излучения использовался интерференционный светофильтр ($\lambda = (546 \pm 5)$ нм) и сильное диафрамирование входной щели гониометра. Плоскость поляризации задавалась поляроидом со степенью поляризации близкой к единице. Рассмотрена интерференция в тонких пленках в отраженных лучах в зависимости от угла падения. Для s-волны при всех наблюдаемых экспериментально углах падения фаза волны при отражении от оптически более плотной среды меняется на противоположную, а для р-волны фаза отраженной волны зависит от угла падения. Данная экспериментальная установка может быть использована в лабораторном практикуме при изучении электродинамики и оптики в курсе общей физики.

Modeling of the Properties of the Crystal Lattice

Fedor Skripnik, Nikolai Zadorozhnyi,
Elena Korogodina, Svetlana Timchenko

Bauman Moscow State Technical University
105005 Russia, Moscow, 2-ya Baumanskaya str., 5, building 1;
e-mail: nikazador@mail.ru; svtimchenko@yandex.ru;
vintaikb@mail.ru; komisar95@gmail.com

The report presents the results of experimental verification of the Fresnel formulas to change the phase of the s- and p-waves depending on the angle of incidence on the interface between two dielectrics. Experiments were conducted using the interference in thin films.

Keywords: Frenel formulas, interference, phase, wave, plane polarized wave.

УДК 535.41(778.38)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ДИФРАКЦИИ ФРЕНЕЛЯ СВЕТА НА РЕШЕТКАХ. ЭФФЕКТ ТАЛЬБОТА

Борис Георгиевич Скуйбин, Евгений Васильевич Смирнов

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 105005, 2-я Бауманская, 5; e-mail: seva09@rambler.ru, bgscuibin@yandex.ru

В докладе описана лабораторная работа по наблюдению и исследованию эффекта Тальбота при дифракции света на амплитудных дифракционных решетках, созданная в студенческой экспериментальной лаборатории физики на кафедре физики МГТУ им. Н.Э. Баумана. Отмечается достоверная экспериментальная реализация дифракционных эффектов в ближней зоне (дифракция Френеля) и согласие полученных результатов с данными теоретического рассмотрения. Выполненные в данной работе исследования расширяют и углубляют курс волновой оптики, с которым студенты МГТУ знакомятся при проведении лабораторного практикума.

Ключевые слова: дифракция Френеля, эффект Тальбота, дифракционная решетка.

Традиционно в курсе общей физики при дифракции на решетках изучается дифракция в дальней волновой зоне – дифракция Фраунгофера. В последнее время значительное внимание исследователей стала привлекать дифракция на периодических объектах в ближней зоне – дифракция Френеля [1, 2]. Волновое поле в области дифракции Френеля позволяет воссоздавать собственное изображение решетки (эффект Тальбота), а также получать ее дробные изображения, т.е. изображения с периодом в n раз меньше исходного, где n – целое число.

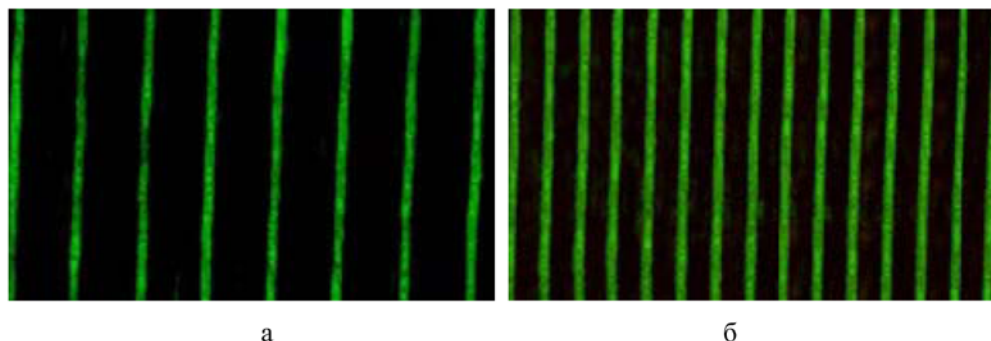


Рисунок 1. Результаты наблюдения целочисленного (а) и дробного (б) эффекта Тальбота.

Для исследования эффекта Тальбота в студенческой экспериментальной лаборатории физики (СЭЛФ) кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана силами студентов была разработана и создана экспериментальная установка. Длина волны излучения используемого в эксперименте лазера равнялась $\lambda = 0,53$ мкм, период одномерной дифракционной решетки составлял $d = 0,18$ мм. В ходе эксперимента на расстояниях от решетки равных и кратных длине Тальбота $L_T = 2d^2/\lambda$ наблюдался эффект Тальбота – изображение дифракционной решетки с ее исходным периодом d . Кроме того, на строго определенных расстояниях от решетки наблюдались ее дробные изображения с периодом d/n . На рис. 1а приведено изображение решетки, полученное на расстоянии $4L_T$, а на рис. 1б – дробное изображение с периодом $d/2$, полученное на расстоянии $L_T/4$ (целочисленный и дробный эффект Тальбота).

Литература

1. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К. Эффект Тальбота. I. Дифракция на одномерных решетках // Физическое образование в вузах. – 2014. – Т. 20. – № 2. – С. 109–121.
2. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К. Эффект Тальбота. II. Самоизображение двумерных периодических структур // Физическое образование в вузах. – 2014. – Т. 20. – № 4. – С. 15–29.

PACS: 42.25.Fx

Lab Research Fresnel Diffraction of Light on Gratings. Talbot Effect

Boris Scuibin, Eugenie Smirnov

*Moscow, Bauman Moscow State Technical University
105005, Moscow, 2-nd Baumanskaya, 5
E-mail: seva09@rambler.ru, bgscuibin@yandex.ru*

The report describes the lab to monitor the Talbot effect in the diffraction of light on the amplitude diffraction gratings created in the student's experimental physics laboratory at the Department of Physics MSTU N.E. Bauman. Noted significant experimental implementation of diffraction effects in the near field (Fresnel diffraction) and agreement of the obtained results with the data of theoretical consideration. The studies broaden and deepen the course of wave optics, with which Bauman students are introduced during laboratory practical.

Keywords: Fresnel diffraction, Talbot effect, grating.

ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ

Владимир Вячеславович Смирнов, Галина Павловна Стефанова

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

Татищева ул., д. 20а, Астрахань, 414056; e-mail: smirnov.v.aspu@mail.ru,
stefanova.galina@yandex.ru

Рассматривается актуальная проблема подготовки студентов к самостоятельному проведению экспериментальных физических исследований на основе формирования обобщенных методов решения типовых познавательных задач в физических практикумах университетов. Выделены этапы обучения студентов проектированию и созданию экспериментальных установок для воспроизведения любых физических явлений, планированию и проведению исследований, цели которых соответствуют выделенным типам познавательных задач.

Ключевые слова: физический практикум, познавательная задача, обобщенный метод решения, этапы обучения.

Общество на современном этапе его развития перед высшей школой ставит задачу подготовки таких специалистов, молодых ученых, которые способны самостоятельно осуществлять исследования поставленных проблем и получать практически значимые результаты. Вузы всегда были заинтересованы в подготовке выпускников, умеющих самостоятельно и активно действовать. Владеть какой-либо деятельностью можно, только многократно выполняя ее. Именно поэтому в учебные планы российских и зарубежных университетов включены формы занятий, позволяющие формировать у студентов исследовательские качества. К ним можно отнести различные виды лабораторных физических практикумов. Методика проведения занятий в лабораторных практикумах различных вузов, как российских, так и зарубежных, включает следующие этапы: получение допуска к выполнению работы по результатам изучения теоретического материала и описанию готовой экспериментальной установки; выполнение работы по жестко регламентированным указаниям; оформление отчета по работе и защита его у преподавателя для получения зачета.

Видно, что в перечне этих этапов отсутствует организация деятельности студентов по самостоятельному проведению экспериментальных физических исследований. Кроме того, в формулировках целей лабораторных работ отсутствуют указания на конечный продукт (результат) экспериментальной деятельности, который

не может быть выражен словами «изучить... (указывается конкретный прибор)», «проверить закон... (называется конкретный закон». Содержание практикумов профессионально не ориентировано: все практикумы по общей физике одинаковы для подготовки разных специалистов, их отличие состоит лишь в объеме учебного времени, отводимого на выполнение лабораторных работ, и числа этих работ. Таким образом, существующая организация занятий в практикумах по общей физике не в полной мере обеспечивает полноценную подготовку студентов к самостоятельному проведению экспериментальных исследований.

Содержание деятельности по проведению любого экспериментального физического исследования представляет собой последовательное выполнение следующих действий: 1) формулировка цели эксперимента; 2) разработка идеи эксперимента; 3) разработка принципиальной схемы экспериментальной установки (ЭУ), необходимой для ее реализации; 4) составление плана проведения экспериментального исследования; 5) проведение эксперимента по разработанному плану; 6) обработка полученных результатов [2]. Нами предлагается методика формирования у студентов выделенных действий. Общая идея, положенная в основу методики, состоит в возможности выявить типы экспериментальных исследовательских задач, решаемых физиками при выполнении конкретных исследований; разработать обобщенные методы их планирования и проведения и не только обучать студентов частным методам выполнения лабораторных работ в практикуме, но и формировать у них каждый обобщенный метод проведения физического экспериментального исследования выделенного типа как деятельность определенного содержания. Вследствие этого многообразие лабораторных работ можно систематизировать по определенным типам экспериментальных исследований.

На основе изучения и анализа экспериментальных работ выдающихся физиков – Г. Галилея, И. Ньютона, Х. Эрстеда, М. Фарадея, П. Лебедева, А. Ампера и других выделены следующие познавательные задачи (ПЗ): ПЗ №1. Воспроизвести физическое явление; ПЗ №2. Установить, зависит ли одна физическая величина от другой; ПЗ №3. Найти значение физической величины; ПЗ №4. Установить вид зависимости одной физической величины от другой.

Разработано содержание обобщенных методов решения выделенных познавательных задач [1]. Система занятий по формированию действий, входящих в обобщенные методы решения экспериментальных познавательных задач, состоит из четырех этапов [3]. На первом этапе студенты обучаются методам решения ПЗ первого и второго типов. Самым главным умением, которым должны овладеть студенты на этом этапе – это разработка принципиальных схем ЭУ для воспроизведения физических явлений и проведения физических исследований. На этом же этапе студенты

тренируются в планировании своих действий по решению ПЗ на материале лабораторных работ раздела «Механика». Такая система занятий осуществляется в первом семестре. На втором этапе организуются специальные занятия по обучению студентов решению ПЗ третьего и четвертого типа. Действия методов их решения отрабатываются на лабораторных работах по молекулярной физике и термодинамике (второй семестр). Для формирования у студентов экспериментальных методов решения выделенных ПЗ необходимо время, что обосновывает проведение специального курса «Введение в практикум по общей физике», который рассчитан на два семестра. На третьем этапе осуществляется подготовка студента, способного многократно планировать и проводить исследование физических явлений различной природы при изучении разделов «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Атомная и квантовая физика» (третий-пятый семестры). На четвертом этапе проводятся занятия различных практикумов, на которых студенты самостоятельно проводят любые экспериментальные исследования.

Литература

1. Анофрикова С.В., Стефанова Г.П., Смирнов В.В. Введение в практикум по общей физике – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2006. – 150 с.
2. Смирнов В.В. Содержание, организация и принципы построения лабораторного практикума по общей физике в университетах. Физическое образование в вузах, 2007. – том 13, № 2, с. 58-69.
3. Смирнов В.В. Лабораторный практикум по физике как необходимое условие формирования профессиональных компетенций. Монография – Астрахань, издательский дом «Астраханский университет», 2008. – 152 с.

Preparing Students for Carrying Out Their Own Experimental Physical Research Within the Framework of Laboratory Practical Course in General Physics

Vladimir Vyacheslavovich Smirnov, Galina Pavlovna Stefanova

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Astrakhan State University”*

20a, Tatishchev st., 414056 Astrakhan

E-mail: smirnov.v.aspu@mail.ru, stefanova.galina@yandex.ru

The article covers an urgent issue of preparing students for carrying out their own experimental physical research based on the formation of generalized methods for solving typical cognitive tasks in university practical courses in Physics. The authors mark out stages of preparing students for designing and establishing experimental facilities to reproduce any physical phenomena, as well as for planning and conducting research, the aims of which correspond to the given types of cognitive tasks.

Keywords: practical course in Physics, cognitive task, generalized solution method, training stages.

МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ КУРСЕ ЛЕКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ СТОЯЧИХ ОДНОМЕРНЫХ ВОЛН

Сергей Михайлович Курашев

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
119991 Россия, Москва, Ленинский пр., 4; e-mail: sku111@outlook.com

В докладе рассматриваются проблемы построения моделей поперечных одномерных стоячих волн и изучения локальных распределений динамических характеристик волновых конфигураций [1].

Ключевые слова: фаза, волновой фронт, длина волны, когерентность, циклическая частота, плотность энергии, плотность потока энергии, плотность потока импульса, мода стоячей волны.

Мультимедийная технология построения лекционного курса основана на активном использовании моделирующих возможностей изложения, предоставляемой лектору современной компьютерной техникой. Суть ее в образном использовании

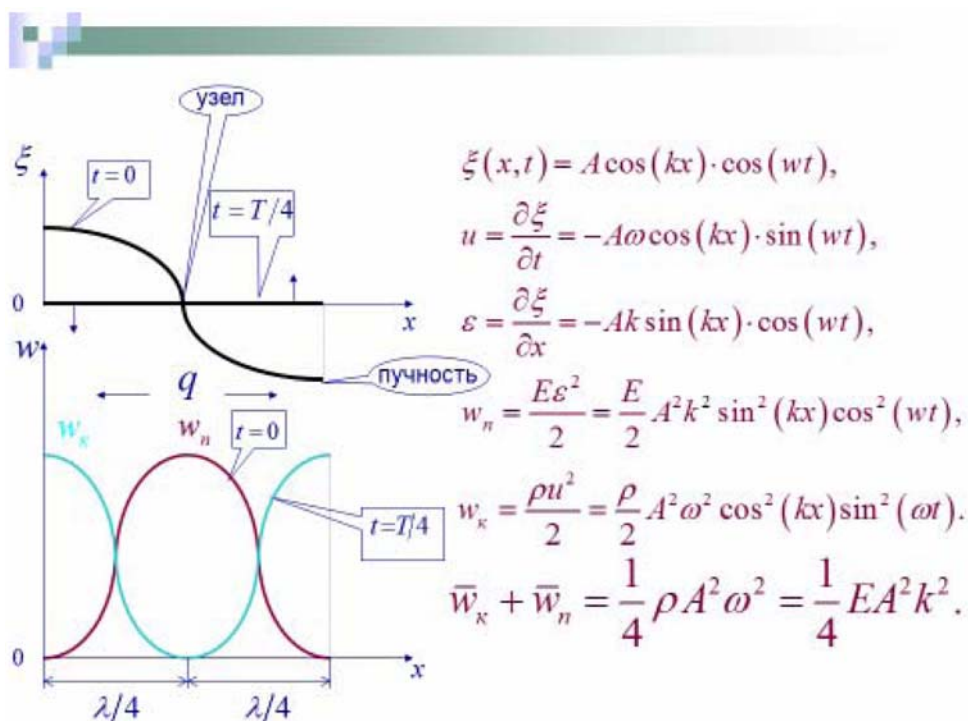


Рисунок 1. Локальная плотность энергии в полуволновой стоячей волне.

апелляции к зрительному восприятию предлагаемого сюжета как к первому шагу в изучении сложных процессов развития волн (бегущих или стоячих) во времени и пространстве (геометрии внешних обстоятельств, называемых в математике граничными условиями). После этого наступает очередь рациональных действий с применением математики сложных дифференциальных уравнений [2], [3], описывающих нулевое (первое) приближение природных волновых процессов.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики // Изд-во Наука, Гл. ред. Физ. Мат. Лит. Москва. – 1970, 856 С.
2. Курашев С.М. Элементы дифференцированного обучения на кафедре физики МИСиС. Опыт выявления и обучения талантливых студентов // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 20–31.
3. Курашев С.М. Лабораторная установка для измерения скорости света в диэлектриках // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 105-113.

PACS: 41.42.

Model Experiment in a Multimedia Course of Lectures on the Example of One-Dimensional Standing Waves

Sergey Kurashev

*National University of Science and Technology MISIS,
119991 Russia, Moscow, Leninsky ave., 4;
e-mail: sku111@outlook.com*

The report addresses the problem of constructing models of cross-dimensional standing waves, and the study of local dynamical Environmental Specifications wave configurations.

Keywords: phase, wave front, wavelength, coherence, angular frequency, energy density, power density, the momentum flux density, the standing wave mode.

ФИЗИКА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОНЕНТОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ КАК ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Юлия Сергеевна Остроумова¹, Валентин Владиславович Рычгорский²,
Самуил Давидович Ханин²

¹ Военная академия связи им. С.М. Буденного
194064, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр-т, д. 3

² Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48; e-mail: sinklit@mail.ru

Представлено содержание разработанного и реализуемого в учебном процессе лабораторного практикума по физическим основам современных оптических технологий.

Ключевые слова: специальный лабораторный практикум, интеграция фундаментальной и прикладной составляющих в содержании практикума.

Содержание доклада отражает опыт авторов по разработке и реализации специального лабораторного практикума, посвященного современным оптическим технологиям и предназначенного для подготовки студентов в области фотоники на физических и инженерных факультетах вузов [1]. Выбор представляемого предметного материала определяется, с одной стороны его значимостью в научном плане, насыщенностью выразительными, доступными для освоения и имеющими выход в технику и технологии фундаментальными физическими эффектами и, с другой стороны, практической значимостью изучаемой проблематики [2, 3].

Ведущей идеей и отличительной особенностью рассматриваемого практикума является интеграция в его содержании фундаментальной и прикладной составляющих, что отвечает решению задачи создания на этапе обучения оснований для будущей продуктивной профессиональной деятельности.

Реализация этой идеи конкретизируется на примере содержания двух заданий практикума. Первое посвящено полупроводниковым инжекционным лазерам, где концепция двойных гетероструктур и присущие им фундаментальные физические эффекты находят свое отражение в экспериментально определяемых функциональных характеристиках, в том числе, величинах пороговой плотности тока и спектральном составе излучения.

Второе задание относится к оптическому волокну. В ряду выполняемых здесь студентами задач определяется апертура волокна, и её опытное значение сопоставляется

с расчетным, отвечающим заданным значениям показателей преломления центральной и оболочечной части волокна.

Отметим, что выполнение указанных и других заданий практикума позволяет предметно осмыслить не только роль фундаментальных знаний в освоении содержания перспективных направлений научно-технического развития [3], но и возможности продуктивного использования достижений прикладных областей деятельности в решении научных задач. Примером тому – экспериментальное определение скорости света в оптическом волокне по его влиянию на время задержки сигнала в волоконно-оптической линии связи [1].

Литература

1. *Остроумова Ю.С., Рычгорский В.В., Ханин С.Д.* Оптоэлектронные технологии в передаче информации: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во ООО “Фора-принт”, 2016. – 79 с.
2. *Колесников Ю.Л., Никоноров Н.В.* Современная фотоника и подготовка кадров // Физическое образование в вузах, 2013. – Т. 19. – № 1. – С. 19-24.
3. *Остроумова Ю.С., Соловьев В.Г., Ханин С.Д., Яников М.В.* Формирование опыта освоения содержания перспективных направлений научно-технического развития на основе фундаментальных знаний в обучении физике: Учебное пособие. – Псков: Псковский государственный университет, 2015. – 96 с.

PACS: 01.40.gb

Physics and the Functional Properties of Components of Fiber Lines of Communication as a Study Subject in a Laboratory Practical Work

Yu. S. Ostroumova¹, V.V. Rychgorskiy², S.D. Hanin²

¹ *Military Academy of Communication of S.M. Budenny*

194064, St. Petersburg, Tikhoretsky Ave, 3; e-mail: sinklit@mail.ru

² *Russian State Pedagogical University of A.I. Herzen*

191186, St. Petersburg, Moika River Emb., 48; e-mail: sinklit@mail.ru

The maintenance of the laboratory workshop on physical bases of the modern optical technologies developed and realized in educational process is provided.

Keywords: a special laboratory practical work, integration of fundamental and application-oriented components in the maintenance of a practical work.

Краткие сообщения

УДК 378.147: 37.02

ОПЫТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ К ВЫПОЛНЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Ольга Яковлевна Березина, Елена Лионовна Казакова,
Ольга Владимировна Сергеева

Петрозаводский государственный университет
185910, Петрозаводск, Ленина, 33; e-mail: berezina@psu.karelia.ru, ekazakova@petsu.ru,
osergeeva@petsu.ru

В докладе рассматриваются способы активного вовлечения студентов младших курсов в учебный процесс, повышающие заинтересованность и мотивацию студентов при изучении физики.

Ключевые слова: физический эксперимент, индивидуальные траектории обучения.

Подготовка высококвалифицированных инженеров требует непрерывного совершенствования образовательного процесса, в основу которого должна быть положена личная деятельность обучаемого. Это означает, что содержательная часть курса должна быть сформирована так, чтобы, несмотря на разную степень исходной подготовки, студенты младших курсов могли найти свой образовательный маршрут. На физико-техническом факультете нашего университета ведется двухуровневая подготовка по различным направлениям бакалавриата и магистратуры. Как у любого регионального вуза у нас есть проблемы, связанные с тем, что средний балл по сертификатам ЕГЭ у поступающих к нам абитуриентов ниже, чем в столичных вузах. Дополнительные трудности у преподавателей – физиков, работающих на младших курсах, связаны с тем, что в последние годы при поступлении на факультет часть абитуриентов сдают информатику, а не физику. Возникает некоторое противоречие между сочетанием высоких требований к подготовке выпускников и иногда недостаточной начальной подготовкой, что, естественно, создает определенные проблемы при планировании и реализации учебного процесса на младших курсах.

Одним из путей решения этой сложной проблемы может быть активное вовлечение студентов в учебный процесс. У нас уже есть некоторый опыт по внедрению проектной деятельности в учебный процесс [1]. В современных условиях работу по привлечению студентов младших курсов к подготовке и выполнению физического эксперимента можно разделить на следующие направления: привлечение студентов к выполнению демонстрационного физического эксперимента; подготовка студентами

сообщений на предлагаемые преподавателем темы, требующие сопровождения физическими демонстрациями; создание студентами компьютерных или действующих моделей устройств, демонстрирующих физические явления и процессы.

Выполнение экспериментов на лекциях вносит необходимый интерактивный элемент в нелегкий процесс обучения, пробуждает интерес к теме, способствует самоутверждению обучаемого и формированию у него требуемых компетенций.

Для выступлений мы предлагаем студентам темы, которые преподаватель не выносит на аудиторные занятия. При этом можно подобрать темы, которые требуют постановки демонстраций, как например, «Свойства жидкости», «Эффект Доплера для звуковых волн» и другие. А можно рассказать о классических физических экспериментах, о выдающихся экспериментаторах и современных экспериментальных установках в рамках, например, обсуждения тем «Экспериментальное определение длины свободного пробега», «Опыт Милликена», «Получение высокого вакуума», «Современная термометрия», «Давление света» и многих других.

Также студентам предлагается изготовить действующие модели устройств, демонстрирующих применение физических явлений в технике, например, модели электростатического генератора Ван де Граафа и капельного генератора Кельвина. Несмотря на наличие огромного объема информации по этим темам, изготовление моделей, позволяющих наблюдать заметные и устойчивые эффекты, требует от студентов значительных усилий. Для представления своих работ студентам необходимо глубже разобраться с физическими явлениями, процессами и законами, которые лежат в основе работы устройств. Данные модели могут быть использованы в качестве демонстрационных при проведении семинарских и лекционных занятий.

Студенты, обучающиеся по направлению «Информатика и вычислительная техника», с удовольствием создают физические модели реальных экспериментов. Так, например, была разработана компьютерная лабораторная работа «Дифракция Френеля на круглом отверстии» в среде Macromedia Flash. Эта работа моделирует реальный эксперимент, осуществляемый в лаборатории оптики на готовом комплексе ЛКО–ЗП.

Вовлечение студентов в образовательный процесс делает их активной составляющей этого процесса, активизирует их личностные возможности, способствуя формированию требуемых компетенций, стимулируя научно-исследовательскую деятельность, создавая атмосферу развития научного и творческого потенциала.

Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития Петрозаводского государственного университета на 2012–2016 годы.

Литература

1. Назаров А.И. Использование метода проектов в физпрактикуме для бакалавров инженерных специальностей / А.И. Назаров, О.В. Сергеева, О.Я. Березина, // Физическое образование в вузах. 2014. – Том 20, № 1. – С. 98-106.

PACS: 01.40.Fk

The Experience of Engaging Junior Students for the Realization of Physical Experiments

Olga Berezina, Elena Kazakova, Olga Sergeeva

*Petrozavodsk state university, 185910, Petrozavodsk, Lenin Street, 33
E-mail: berezina@psu.karelia.ru, elionkaz@yandex.ru, osergeeva@petsu.ru*

The report shows methods of active involvement of students into the educational process, which increases the students' interest and motivation while studying physics.

Keywords: physical demonstration experiment, individual learning paths.

О ФИЗИКЕ КАК О СОЗДАННОЙ ЧЕЛОВЕКОМ НАУКЕ

Игорь Абузедович Бориев

Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института энергетических проблем химической физики им. В.Л. Тальрозе
Российской академии наук
Российская Федерация, 142432, Московская обл., г. Черноголовка,
просп. Академика Семенова д.1, корп.10; e-mail: bogiev@biner.ac.ru

Рассмотрены суть и современное состояние физики – науки, созданной для экспериментального изучения свойств природы и их теоретического описания. Отмечены материалистическая сущность трех основных представлений физики (материальное тело, пространство, время) и даны объективные критерии правильности получаемых экспериментальных и теоретических результатов. На основе современных данных о существовании темной материи, заполняющей все пространство, показано, что законы сохранения классической физики и представления квантовой механики, включая величину постоянной Планка, определяются наблюдаемыми свойствами микроволнового космического излучения, производимого равновесным тепловым движением темной материи (при 2,7 К). Приведено правило развития физики (от М. Планка) и подчеркнуто, что прогресс физики и перспективы ее достижений требуют разностороннего физического образования подрастающего поколения с полным учетом современных данных, соответствующих наблюдаемой реальности.

Ключевые слова: суть физики как науки, материалистическая основа представлений и законов физики.

Назначение физики – науки, созданной для изучения свойств природы, состоит в получении экспериментальных данных об этих свойствах и затем в их теоретическом описании на основе трех основополагающих представлений: масса материального тела, пространство и время. Как уже отмечалось [1], в процессе развития физики создаваемые теоретические воззрения существенно изменялись в силу появления новых опытных данных. Из этого следует приоритет правильных (т. е. достоверных) экспериментальных данных над способами их теоретического толкования. Критерий правильности теорий состоит в их способности полно (без парадоксов и аномалий) описывать эксперимент, иначе эти теории должны быть пересмотрены. Такая логика развития физики указывает на первостепенное значение в формировании научного мировоззрения исследователя именно физического практикума, причем с учетом современных экспериментальных достижений в изучении свойств природы [2].

Ранее кратко изложено [3], а недавно представлено в on-line статье [4], что учет современных данных о существовании темной материи (ТМ), которая заполняет все пространство, а также известных свойств микроволнового космического излучения

(МКИ) дает материалистическое обоснование законам сохранения классической физики и представлениям квантовой механики. Так, высокая степень однородности и изотропии МКИ, производимого тепловым движением ТМ при $\sim 2,7$ К, обеспечивает, согласно известным теоремам Э. Нётер, выполнение законов сохранения импульса и момента импульса, соответственно, а одинаковый ход наблюдаемых процессов (независимо от момента их наблюдения) означает выполнение закона сохранения энергии. А положение максимума МКИ на длине волны $\sim 1,9$ мм определяет величину механического действия, производимого колебательным движением ТМ, составляющую $\sim 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, что соответствует величине постоянной Планка. Таким образом пространство материально, т.к. оно заполнено ТМ, плотность которой составляет $\sim 10^{-29}$ г/см³, что соответствует известной плотности вещества для стационарной (не разбегающейся) Вселенной.

Что касается физической сути понятия «время» [5], используемого для описания динамики наблюдаемых процессов, то при этом в качестве эталонных «часов» всегда используется некий периодический материальный процесс. Это значит, что имеет место сравнительное описание процессов, не зря же говорится, что все познается в сравнении. Т. о. реально в природе «времени» нет, а в ней происходят различные материальные процессы, некоторые из них человек разумно использует в качестве «часов». Такое понимание логично решает старую проблему «стрелы времени» (нет «времени» – нет и проблемы) и указывает на материальную основу происхождения понятия «время».

Учет существования ТМ означает, что известное рождение (в сильных полях) пар стабильных элементарных частиц (электрон-позитронные пары) происходит из ТМ, и эти частицы представляют собой материальные «вихри» (согласно их спинам), требующие на свое образование соответствующее количество ТМ. Это позволяет обосновать позитронную природу загадочного явления – шаровая молния (ШМ), что впервые объясняет все ее наблюдаемые специфические свойства [6]. ШМ образуется из большого числа позитронов, локально рожденных в воздухе под действием сильного электрического поля при разряде молнии. Обоснование позитронной природы ШМ выявляет, что суть «электрического поля» (а значит и «электрического заряда») позитрона обусловлена «поляризацией» окружающей их ТМ за счет его вращения.

Такое понимание физической сути «электрического поля» позитрона (электрона) позволяет решить отмеченную в [2] проблему регистрации большого числа (уже свыше 350) нестабильных короткоживущих т.н. «элементарных частиц». Эти «частицы», регистрируемые различными камерами (Вильсона, пузырьковыми, искровыми и др.), появляются (в отличие от электрона и протона) как более слабо вращающиеся вихри из ТМ. Их слабое вращение, приводящее к их нестабильности, указывает на их более слабое «электрическое поле» и «электрический заряд». Это объясняет рассчитываемые

для них странно большие массы, т.к. при анализе их движения в магнитном поле им неверно приписывается заряд стабильной элементарной частицы (электрона, позитрона).

Известно высказывание М. Планка в зрелом возрасте, которое можно назвать правилом развития физики: «Не следует думать, что новые идеи побеждают путем острых дискуссий, в которых создатели нового переубеждают своих оппонентов. Старые идеи уступают новым таким образом, что носители старого умирают, а новое поколение воспитывается в новых идеях, воспринимая их как нечто само собой разумеющееся». Отсюда следует, что образование подрастающего поколения исследователей должно наиболее полно учитывать современные достижения в изучении экспериментальных свойств природы. Только это даст им возможность успешно продвигаться в понимании реальных свойств природы на основе учета объективных критериев правильности как экспериментальных, так и теоретических результатов.

Все это предъявляет особые требования к ведению современного физического практикума как при отборе информативно наиболее значимых явлений природы, так и при сложности «наглядного» изучении процессов, протекающих в микромире или в космическом пространстве. Использование обширной информации из интернета, а также возможностей компьютерной демонстрации и моделирования таких процессов позволяет, во многом, преодолеть эти трудности.

Литература

1. *Бориев И.А.* «Современный физический практикум: его значение в научном образовании исследователя и его концептуально-методологические задачи», X Международная учебно-методическая конференция «Современный физический практикум», Астрахань, 16-19 сентября 2008 г., Материалы конференции, С. 58-59.
2. *Бориев И.А.* «Задачи и проблемы физического практикума на современном этапе развития физики», XI Международная конференция стран Содружества «Современный физический практикум», Минск, БГУ, 12-14 октября 2010 г., Материалы конференции, С. 75-76.
3. *Бориев И.А.* «Фундаментальные законы классической и квантовой физики как следствие свойств космического микроволнового фонового излучения», XI Международная конференция стран Содружества «Современный физический практикум», Минск, БГУ, 12-14 октября 2010 г., Материалы конференции, С. 47-49.
4. *Boriev I.A.* Fundamental laws of classical and quantum physics follow from the features of microwave background radiation produced by dark matter seesaw motion, // International Journal of Astronomy, Astrophysics and Space Science, Vol. 2, No. 2, 2014, pp. 7-11. <http://>

www.openscienceonline.com/journal/archive2?journalId=703&paperId=1328

5. Boriev I.A. Real state of the physical properties of space and time, // International Scientific Conference “Physical Interpretations of Relativity Theory”, Moscow, BMSTU, 29 June – 2 July, 2015, Abstract: <http://www.pirt.info/scopus/all-issues/2015/articles/Boriev.php>, Article: <http://www.pirt.info/scopus/all-issues/2015/articles/Boriev.pdf>
6. Boriev I.A. Electron-positron pair creation from dark matter: substantiation of positron nature of ball lightning, // International Journal of Astronomy, Astrophysics and Space Science, Vol. 2, No. 5, 2015, pp. 45-50. <http://www.openscienceonline.com/journal/archive2?journalId=703&paperId=2565>

PACS: 10.11.90.+t

On the Physics as a Science Developed by Man

Igor Boriev

*The Branch of Talrose Institute for Energy Problems of Chemical Physics
of Russian Academy of Sciences
Russia, 142432, Moscow region, Chernogolovka, Ac. Semenov Ave., 1, bild.10,
e-mail: boriev@binep.ac.ru*

The essence and up-to-date state of the physics – the man-made science for experimental study of the nature properties and their theoretical description, are considered. The materialistic entity of three basic concepts of physics (material body, space, time) is noted, and the objective criteria of correctness for derivable experimental and theoretical results are given. On the base of recent data about existence of dark matter, which fills all space, it is shown that the conservation laws of classical physics and the representations of quantum mechanics, including the value of Planck’s constant, are determined by observed properties of the microwave cosmic radiation produced by an equilibrium thermal motion of dark matter (at 2,7K). A subjective rule of physics evolution (by M. Planck) is cited, and is underlined that the progress of physics needs a versatile physical education of younger generation on the base of recent experimental date which are relevant to reality.

Keywords: essence of physics as a science, materialistic base of concepts and laws of physics.

СОВМЕЩЁННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Анатолий Алексеевич Босенко

Старооскольский филиал Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (СОФ МГРИ-РГГРУ)
309514 Белгородская область, Старый Оскол, ул. Ленина 14/13; e-mail: abosenko@mail.ru

Рассмотрен опыт совместного использования лабораторий физики при обучении студентов по программам высшего и среднего специального образования.

Ключевые слова: физика, лабораторный практикум, совмещение, высшее и среднее специальное образование.

В 2011 году Старооскольский геологоразведочный техникум имени И.И. Малышева был реорганизован в филиал Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе МГРИ–РГГРУ. В филиале было открыто отделение высшего профессионального образования. Объединение техникума с учреждением высшего образования поставило задачу оптимизации учебного процесса. При изложении курса физики необходимо было разработать преемственную связь в изложении материала курса как для студентов техникума, так и для студентов высшего образования. Особенно это было важно при проведении лабораторного практикума. С одной стороны, необходимо было оптимально использовать имеющуюся лабораторную базу, а с другой стороны избежать повторов при проведении лабораторных работ, так как большая часть наших студентов, окончивших колледж поступает в ВУЗ для получения высшего образования как по заочной, так и по очной форме обучения.

В первую очередь необходимо было создать полноценные учебные лаборатории физики, так как имевшийся физический кабинет не позволял реализовать лабораторный практикум высшего образования в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом. Так как изложение курса физики на дневном отделении проходит в течение двух семестров, а на заочном – четырёх семестров, то весь материал был разделён на четыре части (механика; электромагнетизм; физика колебаний и волн, квантовая оптика; физика атома и атомного ядра, молекулярная физика и термодинамика). Были созданы две полноценные учебные лаборатории – лаборатория механики и электромагнетизма и лаборатория волновых процессов, квантовой физики, молекулярной физики и термодинамики. Поставлено 20 лабораторных работ – по пять работ для каждой части курса, что практически полностью обеспечивало экспери-

ментальное подтверждение курса физика. Для успешного выполнения студентами лабораторного практикума подготовлены методические указания ко всем лабораторным работам в полном соответствии с рабочими программами курса физики.

Организация обучения физики по планам среднего специального образования не претерпела существенного изменения за исключением лабораторного практикума. Лабораторный практикум был разбит на две части: текущий и итоговый. В текущем лабораторном практикуме по мере изучения основных тем курса физики проводятся простые фронтальные лабораторные работы, а в конце каждого семестра проводится итоговый лабораторный практикум. Лабораторные работы в этом практикуме выполняются на установках, предназначенных для студентов высшего образования, но по другим методическим указаниям, адаптированным для студентов среднего специального образования в соответствии с программой. Особое внимание уделено выработке навыков проведения измерений и обработке результатов лабораторного эксперимента. В методических указаниях существенно переработаны, как теоретическое введение, так и указания по порядку проведения эксперимента и обработке его результатов. На выполнение каждой лабораторной работы отводится 2 часа. По каждой работе составляется отчёт, который обязательно подлежит защите.

Такая организация лабораторного практикума позволяет оптимально использовать лабораторное оборудование и существенно повысить уровень знаний студентов.

PACS: 10.11.90.+t

Combined Laboratory Workshop for Students of Higher and Secondary Special Education

Anatoly Bosenko

*Stary Oskol branch of the Russian state geological prospecting University. Sergo
Ordzhonikidze (SOF MGRI-RSGPU)
309514, Belgorod region, Stary Oskol, St. Lenin, 14/13 ,
e-mail: abocenka@mail.ru*

The experience of joint use of physics laboratories for students in programs of higher and secondary special education.

Keywords: Physics, laboratory workshop, the combination of higher and secondary special education.

СИТУАЦИОННЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ирина Витальевна Гавриленкова

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
127473, г. Москва, ул. Десятская, д.20, стр.1; e-mail: IrinaGavrilenkova@yandex.ru

В докладе представлены результаты научно-методического исследования концепции профессиональной ориентации в системе непрерывного естественнонаучного образования через выполнение обучаемыми ситуационного физического практикума.
Ключевые слова: профориентация, конвергенция, визуализация, система непрерывного естественнонаучного образования, профориентационный практикум.

На кафедре нормальной физиологии и медицинской физики Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова апробированы основные положения концепции профессиональной ориентации в системе непрерывного естественнонаучного образования и методическая система освоения обучаемыми физических знаний, умений и видов деятельности через выполнение ситуационного физического практикума, разработанного на основе продуктивно-деятельностного подхода к обучению [1].

Обучающий эксперимент осуществлялся в процессе изучения студентами лечебного факультета курса «Квантовая биофизика».

В докладе рассматриваются конкретные примеры работ профориентационного практикума с описанием деятельности обучаемых и обучающего на каждом этапе [2, 3].

Для оценки эффективности разработанной методической системы и обработки результатов опытно-экспериментального исследования мы использовали сравнительный анализ, качественные и количественные статистические методы обработки данных [4].

Как следует из результатов формирующего этапа эксперимента, освоение обучаемыми физических знаний, умений и видов деятельности в процессе выполнения работ физического практикума способствует формированию у них качеств социально-устойчивой и социально-успешной личности.

Литература

1. Гавриленкова И.В. Профессиональная ориентация учащихся в процессе обучения предметам естественнонаучного цикла: теоретические основания [[Текст]]: монография / И.В. Гавриленкова; М-во образования и науки РФ, Астраханский гос. ун-т Астрахань: Астраханский ун-т, 2013. – 160 с.
2. Гавриленкова И.В. Введение в квантовую биофизику. Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники, Австрия (Вена-Зальцбург) 22 июня-1 июля 2014 г., «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований» № 8 2014, стр. 114-116.
3. Gavrilenkova I. V. Quantum biophysics for a doctor. // *Science, Technology and Higher Education [Text]: materials of the V international research and practice conference, Westwood, June 20th, 2014* / Publishing Office Accent Graphics Communications – Westwood, Canada, 2014. 280-283 p.
4. Гавриленкова, И. В. Введение в квантовую биофизику: учебное пособие для студентов медицинских вузов / И. В. Гавриленкова. – Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2015. – 138 с.

PACS: 01.40.Fk +87.64 T

Situational Physical Workshop on the Implementation of the Concept of Professional Orientation in the System of Continuous Natural Science Education

Irina Gavrilenkova

Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov

127473, Russia, Moscow, Delegatskaya street, 20-1

E-mail: IrinaGavrilenkova@yandex.ru

The report presents the results of scientific research of the concept of professional orientation in the system of continuous natural science education through the implementation of situational physical trainees of the workshop.

Keywords: vocational guidance, convergence, visualization, the system of continual natural-scientific education, career guidance workshop.

К СИСТЕМАТИЗАЦИИ ОБОЗНАЧЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Магомедбаг Кагирович Гусейханов, Таисия Абакаровна Гуйдалаева

Дагестанский государственный университет
367000, РД, г. Махачкала; e-mail: taiysiy@yandex.ru, magomed-bag@mail.ru

Приведены результаты анализа традиционно принятой системы терминов-обозначений физических величин в современных учебно-методических комплексах по физике. Отмечена множественность, неопределенность и неоднозначность толкований значений символов и определений. Предложена для обсуждения уточненная на основе аналитического выбора апробированная примерная система физических обозначений, обладающая большей конкретизацией и определенностью.

Ключевые слова: физика, обозначения физической величины, символы физических величин.

Необходимо упорядочить и унифицировать некоторые традиционно сложившиеся в учебном курсе физики обозначения. Для подтверждения своих выводов приведем результаты анализа системы обозначений в наиболее распространенных УМК по физике для основной школы.

Примеры обозначений: P – вес, давление, мощность, мощность тока; λ – длина волны, удельная теплота плавления, q – заряд, удельная теплота сгорания топлива, ρ – плотность, удельное сопротивление, S – площадь, путь, U – внутренняя энергия, электрическое напряжение, F – сила, фокусное расстояние. Ограничимся данными примерами, хотя список таких совпадений достаточно длинен. Кроме того, в подавляющем большинстве действующих учебников встречаются исторически сложившиеся не совсем правомерные определения физических величин такие, например, как сила тока, сила света и т.п. Доходит до абсурдных ситуаций, когда в определении или формулировке физического закона слово, имеющее значение знака-символа, встречается дважды в разных значениях (пример: Сила тока в определении значения силы Ампера). На втором этапе изучения физики неопределенность усиливается за счет применения физических постоянных, традиционно имеющих свой знак-символ для обозначения и совпадающих по написанию с физическими величинами (R - универсальная газовая постоянная, R – электрическое сопротивление, R – постоянная Ридберга; F – сила, F – постоянная Фарадея и т. п.). Проблему создает и некоторая переизбыточность количества физических величин.

Нами сделана попытка если не решить кардинально, то хотя бы улучшить с расчетом на будущее состояние данной проблемы. Время – t ; масса – m ; объем – V ; плотность – d ; ускорение – a ; ускорение свободного падения – g ; сила F (вектор); вес –

$F_{н.д}$; F_n (в каждом конкретном случае); импульс – K ; работа – A ; момент силы – M ; мощность – N ; давление – P ; площадь – S ; высота – h (Δy), длина – l (Δx); перемещение – $\Delta \vec{r}$; частота – ν ; длина волны – λ ; период – τ (тау), механическая энергия – W ; $E_{мех}$, в т.ч. кинетическая энергия – W_k , E_k ; потенциальная энергия W_p , E_p ; внутренняя энергия – $E_{вн}$; температура – t^0, T ; количество теплоты – θ (тэтта, греч. буква); удельная теплоемкость – c (малая буква); молярная масса – M_m ; удельная теплота плавления – $\theta_{пл}$; удельная теплота парообразования – $\theta_{пар}$; удельная теплота сгорания – $\theta_{сг}$; элементарный заряд – e , $q_{эл}$; электрический заряд – Q (значительный), малый, пробный $q_{эл}$; величина, интенсивность электрического тока – A ; электрическое напряжение – U , разность потенциалов – $\Delta \phi$; электрическое сопротивление – R ; внутреннее сопротивление – $R_{вт}$; удельное сопротивление – ρ ; электрическая емкость – C (большая буква); поверхностная плотность заряда – σ_s , объемная плотность заряда – σ_v ; линейная плотность заряда – δ_l ; напряженность электрического поля – E ; индукция магнитного поля – B ; магнитный поток – Φ ; индуктивность – L , коэффициент поверхностного натяжения – d_n ; коэффициент полезного действия – η (эта, греч.); диэлектрическая проницаемость – ϵ ; магнитная проницаемость – μ ; фокусное расстояние линзы (сферического зеркала) – f (скаляр); оптическая сила линзы – D ; увеличение – G ; расстояние от линзы до предмета – a ; расстояние от линзы до изображения – b ; интенсивность света (сила света) – J_c ; электродвижущая сила – E (русская большая прописная), ток индукции Y_p ; магнитный поток – Φ_m ; световой поток – Φ_c .

Для физических постоянных, совпадающих по обозначению с физическими величинами, предлагается использовать русскую букву Ч (число) с поясняющим индексом, например, $Ч_\phi$ – число Фарадея; $Ч_A$ – число Авогадро; $Ч_b$ – постоянная Больцмана и т. п. Для большинства коэффициентов предлагается обозначение в виде буквы к (малая латинская) с поясняющим индексом в случае совпадения буквенных обозначений. Примеры: $k_{ж}$ – коэффициент жесткости, жесткость; $k_{тр}$ – коэффициент трения. С дополнительными индексами n и k для покоя, скольжения и качения.

Литература

1. Барбаинов Н.Н. Один из способов укрепления внутрипредметных связей. Механика-Оптика // Физика в школе. – 2002. № 4. С. 18-23.
2. Габай Т.В. Учебная деятельность и её средства – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 342 с.
3. Островская Н.В. О происхождении физических терминов // Физика в школе. – 2002. № 6.
4. Яниев В.Н. Задачи по физике с позиций межпредметных связей // Физика в школе. – 2002. № 4. – С. 26-31.

By Systematization of Physical Quantities Designations

Magomedbag Kagirovich Gusayhanov,
Taisiya Abakarovna Guydalaeva

*Dagestan State University, Makhachkala 367000;
e-mail: taiysiy@yandex.ru, magomed-bag@mail.ru*

The paper provided analysis data on the traditionally accepted system of terms, symbols of physical quantities in modern teaching materials for Physics. Plurality, uncertainty and ambiguity in interpreting the meaning of symbols and definitions is highlighted. We offer for discussion a sample system of physical designations that has been specified on the basis of conscious choice and possesses greater specificity and certainty. The article is debatable.

Keywords: physics, symbols, physical designations, physical quantities.

ОЦЕНКА КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ НА ЯЗЫКЕ-ПОСРЕДНИКЕ В МЕДВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ФГОС

Денис Викторович Коврижных

Волгоградский государственный медицинский университет
400131, г. Волгоград, площадь Павших Борцов, д. 1; e-mail: kov_denis@list.ru

В докладе приводятся система оценивания и результаты оценки коммуникативных навыков у иностранных студентов медицинских вузов при выполнении лабораторного практикума по физике на языке-посреднике.

Ключевые слова: лабораторный практикум по физике, обучение физике на языке-посреднике, коммуникативные навыки, обучение физике в медицинских вузах.

Введение ФГОС III в медицинских вузах России уменьшило объем академических часов на изучение физики на лечебных специальностях более чем в два раза, при этом указанный курс по сути стал лабораторным практикумом по физике. Чтобы выяснить, достаточно ли только лабораторных занятий по физике на языке-посреднике для выполнения задач освоения учебной дисциплины иностранными студентами медвузов, обратим внимание на задачи, стоящие перед курсом физики.

Уже во второй задаче, которую должен решить лабораторный практикум по физике, указано «умение точно формулировать задачу», в третьей — «умения делать выводы на основании полученных результатов», то есть речь идет о коммуникативных навыках, которые упоминаются в семи из шестнадцати формируемых компетенций.

Для оценки коммуникативных навыков в области физики на языке-посреднике было проведено тестирование иностранных студентов первого курса ВолГМУ, обучающихся на английском языке. Тест содержал четыре задания — в первом осуществлялась проверка владения преимущественно так называемой «пассивной» лексикой путем указания физических терминов по представленным определениям физических понятий. Во втором задании проверялись навыки монологического высказывания путем представления определений физических понятий по приведенным физическим терминам и охватывалась так называемая «активная» лексика. Понимание содержания физического текста проверялось по точности предложенного студентом заголовка краткого текста по физике в третьем задании и по указанию пропущенных в тексте физических терминов в четвертом задании. Физические понятия и обозначающие

их термины выбирались из инвариантной части содержания довузовской подготовки иностранных учащихся в РФ; подобное тестирование проводится автором более 15 лет.

В тестировании приняло участие 106 первокурсников из шести стран. В начальном тестировании, направленном на проверку довузовских знаний с первым заданием полностью не справился ни один студент (в среднем было выполнено 52% заданий). Среднее выполнение второго задания составило 37%. С третьим заданием справились 16,2% студентов, а в четвертом в среднем было заполнено 23% пропусков в тексте. По окончании семестра было проведено аналогичное тестирование по материалам семестра – в среднем было выполнено 57% первого задания, 32% второго задания. Однако с третьим заданием справились 50% студентов, а в четвертом – среднее выполнение составило 48%. Таким образом, уже в первом приближении можно сделать вывод, что в подобном виде физический практикум в медвузе положительно сказывается на понимании текста с физическим содержанием, но явных изменений как в «пассивном» знании физических терминов, так и в активном их использовании не дает.

Представленные цифры красноречиво свидетельствуют о том, что только лабораторных занятий недостаточно для полноценного развития коммуникативных навыков при обучении физике на языке-посреднике, то есть для решения поставленных задач и формирования компетенций. Отметим, что до введения ФГОС результаты подобных тестирований имели статистически значимые различия.

PACS: 01.40.Fk

Evaluation of Communication Skills of International Medical Students During the Execution of Physics Laboratory Workshops in Interim Language in the Conditions of FSES

Denis V. Kovrizhnykh

*Volgograd State Medical University, Volgograd
400131, Volgograd, Pavshikh Bortsov Sq., 1; e-mail: kov_denis@list.ru*

The report provides system and results of evaluation of communication skills of international medical students while execution Physics laboratory workshop in interim language.

Keywords: Physics laboratory workshops, teaching Physics in interim language, communication skills, teaching international students Physics.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Анастасия Владимировна Кузнецова, Валерий Александрович Белянин

Марийский государственный университет
424002, РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей 15, ауд. 406;
e-mail: nastja-kljuzheva@rambler.ru, skva12@mail.ru

Разработана лабораторная установка для определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом сферических поверхностей. В рамках учебных исследований изучена зависимость коэффициента поверхностного натяжения водного раствора КС1 от концентрации. Показана возможность постановки соответствующей лабораторной работы.

Ключевые слова: сферическая поверхность, избыточное давление, коэффициент поверхностного натяжения, лабораторный практикум.

Метод определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости методом сферических поверхностей заключается в измерении избыточного Лапласовского давления обусловленного сферической поверхностью капли жидкости (рис. 1).

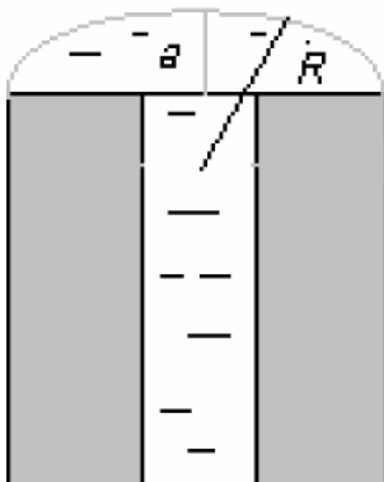


Рисунок 1. Изображение капилляра со сферической исследуемой каплей жидкости.

Установка, применяемая в данной работе, схематично представлена на рисунке 2.

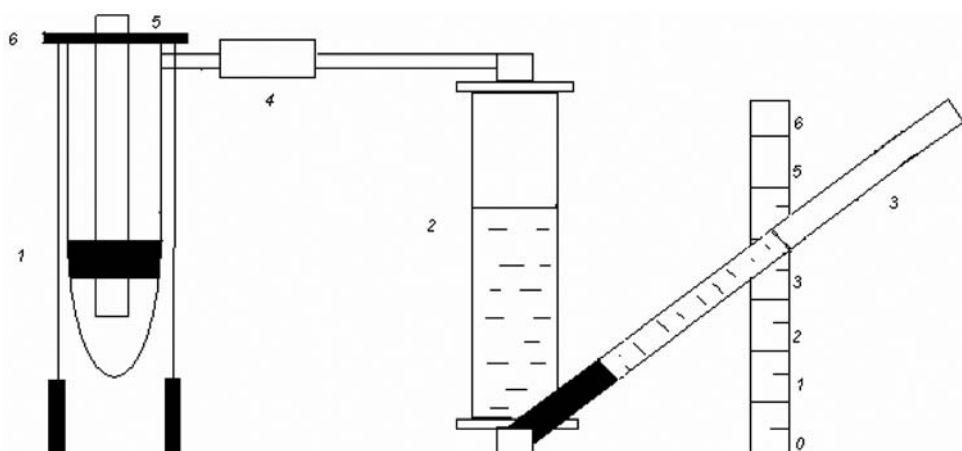


Рисунок 2. Установка для измерения давления Лапласа сферических капель жидкости.

1 – стеклянный сосуд I; 2 – стеклянный сосуд II; 3 – наклонное колено манометра;
4 – трубка; 5 – толстостенный капилляр.

Исследуемая жидкость наливается в сосуд I, который соединен трубкой 4 с наклонным (тангенциальным) манометром 2, 3. По соединенной трубке 4 избыточное давление воздуха, возникающее в сосуде II при изменении наклона колена манометра 3, переходит в сосуд I, после чего исследуемая жидкость в сосуде I вытесняется в толстостенный капилляр 5, до его верхнего среза.

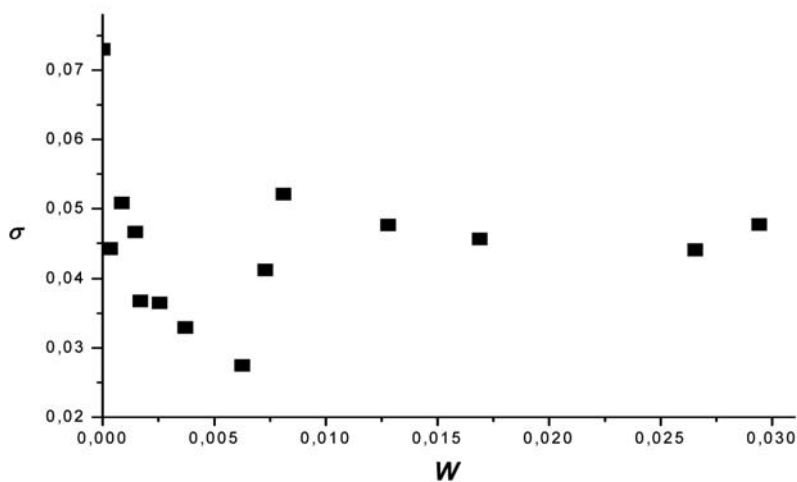


Рисунок 3. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения водного раствора KCl от концентрации.

Измерения начинаются с того момента, как исследуемое вещество поднимается к краю толстостенного капилляра: фиксируется начальный уровень, который будет началом отсчета соответствующей шкалы (шкалы микроскопа). Дальнейшее поднятие колена манометра 3 приводит к «росту» капли на срезе капилляра, возникает добавочное лапласовское давление.

На рисунке 3 представлена полученная нами методом сферической поверхности концентрационная зависимость коэффициента поверхностного натяжения водного раствора KCl.

Из полученной зависимости следует, что коэффициент поверхностного натяжения раствора достаточно сильно уменьшается по сравнению с коэффициентом поверхностного натяжения дистиллированной воды. В области малых концентраций водного раствора KCl коэффициент достигает значения $\sigma = 0,02747$ Дж/м² при $W = 0,00625$ моль/моль. При дальнейшем увеличении концентрации водного раствора KCl величина Γ при $W > 0,0081$ моль/моль возрастает до значения 0,0521 Дж/м², что, однако меньше коэффициента поверхностного натяжения чистой воды.

PACS: 01.50.Pa

Determination of Surface Tension of a Liquid by the Spherical Surfaces Method

Anastasia V. Kouznetsova, Valery Belyanin

*Mari state University, 424002, 15-406, Mashinostroiteley, st, Yoshkar-Ola, Mari El
Republic; e-mail: nastja-kljuzheva@rambler.ru, skva12@mail.ru*

Laboratory unit for the determination of the surface tension of a liquid by the method of spherical surfaces was developed. In curriculum the dependence of surface tension of an aqueous solution of KCl concentration was studied. The possibility of formulating a laboratory work was indicated.

Keywords: spherical surface, excess pressure, surface tension, laboratory practical work.

ДИФРАКЦИЯ ФРЕНЕЛЯ. ЗОННАЯ ПЛАСТИНКА

Сергей Михайлович Курашев

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
119991 Россия, Москва, Ленинский пр., 4; e-mail: sku111@outlook.com

В докладе рассматриваются проблемы изучения дифракции Френеля на круглом отверстии в учебной лаборатории современного физического практикума на базе оборудования известного производителя учебного и научного оборудования фирмы РНУВЕ (Германия) [2]. Дифракцию Френеля изучаем в контексте практической работы с зональной пластинкой методом экспериментального определения положения оптических фокусов пластинки на оси аксиальной симметрии. Предлагаются способы усовершенствования методики эксперимента и расширение массива возможных экспериментальных выходов практически без кардинального изменения установки.

Ключевые слова: дифракция, зоны Френеля, фаза, зональная пластинка, фронт, длина волны, аксиальная симметрия, когерентность.

Используя так называемую зональную пластинку (рис. 1), которая состоит из чередующихся прозрачных и непрозрачных зон Френеля [1], можно исключить вклад сразу всех четных зон или всех нечетных зон:

$$E_1 = E_3 = E_5 = \dots = E_{2n+1} = \dots = 0$$

или

$$E_2 = E_4 = E_6 = \dots = E_{2n} = \dots = 0.$$

Число n открытых только нечётных или n открытых только чётных зон дают амплитуду колебаний $E = nE_1$, а интенсивность $I = n^2I_1 = n^2 \cdot 4I_\infty$, в силу синфазности чередующихся зон. В точке наблюдения P амплитуда E_∞ в отсутствие зональной пластинки равна $E_1/2$ (половины амплитуды первой зоны). Таким образом, используя зональную пластинку, получаем увеличение амплитуды в $2n$ раз, а интенсивности в $4n^2$ раз в точке наблюдения P . Из сказанного следует, что зональная пластинка действует аналогично собирающей линзе, фокусируя световую энергию в точке P .



Рисунок 1. Зональная пластинка.

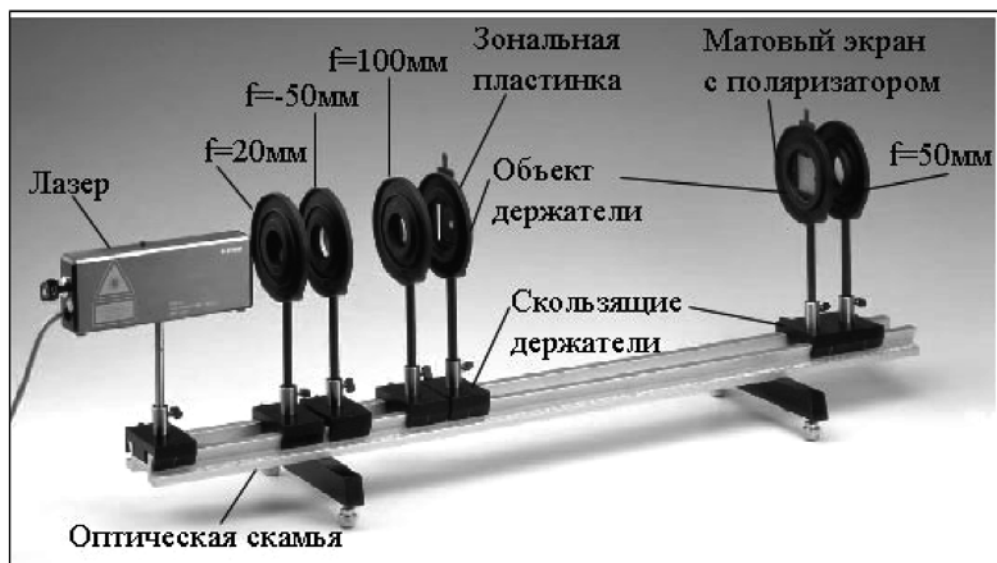


Рисунок 2. Экспериментальная установка для определения фокальных точек зональной пластинки.

Если точка наблюдения P смещается вдоль прямой OP (см. рис. 2) по направлению к зональной пластинке, по мере продвижения наблюдается периодическое чередование ярких точек с затемненными промежутками между ними, что естественно интерпретировать как наличие последовательности фокальных точек у зональной пластинки. Фокусные расстояния фокальных точек произвольного порядка связаны с главным фокусом f_1 соотношением: $f_m = f_1/m$, $m = 1, 3, 5, \dots$

Мы видим, что каждой фокальной точке сопоставляется целое нечетное число m , которое можно рассматривать как метку фокальной точки. Например, существуют фокальные точки первого, третьего и т.д. порядков; соответственно, не существует фокальных точек второго, четвертого и т.д. порядков.

Зональная пластинка, используемая в данном эксперименте, имеет 20 зон, при этом радиус первой светлой центральной зоны $r_1 = 0,6$ мм. Следующие радиусы определяются соотношением $r_n = n^{1/2} \cdot 0,6$ мм. Целое натуральное n определяет порядковый номер зоны Френеля. Соотношение между радиусом первой зоны и главным фокусным расстоянием f_1 нетрудно вычислить: $r_1 = \sqrt{f_1 \lambda}$.

Скользящий держатель, на котором крепится лазер, помещают в начале оптической скамьи. Расположенные вслед за лазерным излучателем линзы L_1, L_2, L_3 образуют (при правильной настройке) телескопическую систему, уширяющую параллельный лазерный пучок от размеров $\Delta \sim 0,6$ мм до размеров $D \sim 6$ мм.

Длина световой волны, используемой при освещении зональной пластинки, определяется качеством используемого источника монохроматического излучения [3]. В данном случае это – гелий-неоновый лазер, производящий высоко когерентное излучение с длиной волны $\lambda = 632,8$ нм. Установка допускает без затратную модернизацию.

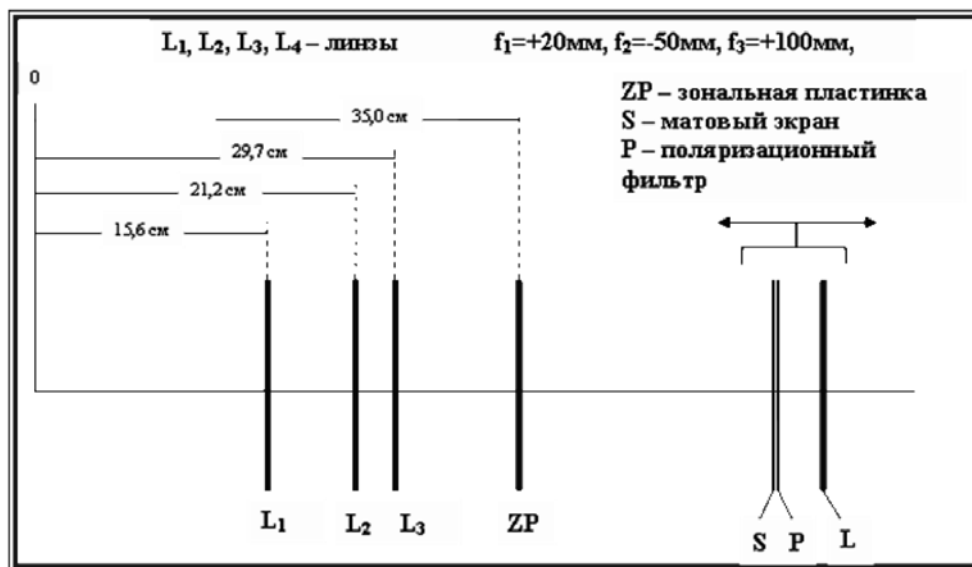


Рисунок 3. Схема расположения оптических приборов.

Литература

1. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики // Изд-во Наука, Гл. ред. Физ. Мат. Лит. Москва. – 1970, 856 С.
2. Курашев С.М. Элементы дифференцированного обучения на кафедре физики МИСиС. Опыт выявления и обучения талантливых студентов // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 20–31.
3. Курашев С.М. Лабораторная установка для измерения скорости света в диэлектриках // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 105-113.

Fresnel Diffraction. Zone plate

Sergey Kurashev

*National University of Science and Technology MISIS,
119991 Russia, Moscow, Leninsky ave., 4;
e-mail: sku111@outlook.com*

The report addresses the problem of studying the Fresnel diffraction at a circular hole in a university laboratory of Modern physical practical work on the basis of well-known manufacturer of equipment of educational and scientific equipment firm PHYWE (Germany). Fresnel diffraction study in the context of practical work with the zonal plate method of experimental determination of the optical plate pole position in the axial symmetry axis. The ways to improve the experiment methods and expanding the array of possible experimental outputs with virtually no fundamental change in the system.

Keywords: diffraction, Fresnel zone, phase zone plate, front, wavelength, axial symmetry, coherence.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА В МУЛЬТИМЕДИЙНОМ ФОРМАТЕ. КАК РАЦИОНАЛЬНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПОТЕНЦИАЛ ЛЕКЦИОННЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ?

Сергей Михайлович Курашев

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
119991 Россия, Москва, Ленинский пр., 4; e-mail: sku111@outlook.com

В докладе рассматриваются проблемы использования возможностей мультимедийного формата чтения лекций. Лекционный эксперимент в формате модельного представления физического процесса на примере виртуальных волновых сценариев прохождения волны сквозь границу раздела сред.

Ключевые слова: синфазное отражение, антифазное отражение, граничные условия, волновой фронт, циклическая частота, когерентность.



Рисунок 1. Синфазное и антифазное отражение.

Демонстрация двумерных гармонических колебаний, фигуры Лиссажу.
Моделирование волновых процессов: продольные и поперечные гармонические волны,

продольно-поперечные волны. Стоячие волны разных видов. Узлы и пучности. Стоячие и бегущие волны. Одномерные поперечные волны на границе раздела сред с разными скоростями распространения [1]. Волновые пакеты – реальные волны. Роль граничных условий. Отраженная и прошедшая волны.

Синфазное и антифазное прохождение границы раздела сред. Роль волнового импеданса среды в процессе деления волны на прошедшую и отраженную. Нахождение коэффициентов отражения и прохождения, моделирование процесса. Достоинства и недостатки [2] модельного (виртуального) эксперимента.

Литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики // Изд-во Наука, Гл. ред. Физ. Мат. Лит. Москва. – 1970, 856 С.
2. Курашев С.М. Элементы дифференцированного обучения на кафедре физики МИСиС. Опыт выявления и обучения талантливых студентов // Физическое образование в вузах. – 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 20 –31.

PACS: 41.42.

The Experimental Component of the Lecture Course in a Multimedia Format. How to Make Rational Use of the Potential of Lecture Presentations?

Sergey Kurashev

*National University of Science and Technology MISIS,
119991 Russia, Moscow, Leninsky ave., 4;
e-mail: sku111@outlook.com*

The report addresses the problem of the use of the multimedia capabilities of lecturing format. Lecture experiment in the format of the model representation of the physical process by the example of virtual scenarios wave waves passing through the interface.

Keywords: common-mode reflection, anti-reflection phase, the boundary conditions, wave front, coherency.

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕЕМСТВЕННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО СТРАТЕГИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Наталья Алексеевна Леонова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29; e-mail: n_leonova_72@mail.ru

В докладе раскрывается опыт организации лабораторного физического практикума и рассматриваются его взаимодействия с другими дисциплинами, определяются условия обеспечения преемственности лабораторных занятий между курсами «Метрология стандартизация и сертификация», «Электротехника», «Материаловедение», формирующими профессиональные умения выпускников работать с измерительными приборами.

Ключевые слова: техносферная безопасность, курс физики, преемственность, дисциплины естественнонаучного цикла.

Внедрение новых федеральных образовательных программ в высшей школе привело не только к сокращению учебного времени при прежнем содержании, но и к изменению стратегии курса физики. Лабораторный практикум сократился по времени, перестал соответствовать лекционному курсу, в нем используются компьютерные лабораторные работы. Студенты перестают работать с «настоящими» измерительными приборами, вести документацию эксперимента. В результате этого, теоретические знания не получают должного закрепления, поскольку студент не видит им применения, полезного использования.

Проведение технологических мониторингов основываются на результатах работы различных типов приборов. Навыки работы с ними трудно переоценить. Показателями профессиональной подготовки выпускников технических образовательных организаций любого уровня должны быть не просто базовые знания о физических явлениях, не только инженерная «картина мира», но и владение измерительными приборами. Таким образом, организация лабораторных практикумов по дисциплинам «Физика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Безопасность жизнедеятельности» должна основываться на следующих принципах:

1. Тематика и содержание лабораторных работ должны быть согласованными, профессионально ориентированными.

2. Единые требования к выполнению и оформлению работы.
3. Проведение семинарских занятий.
4. Проведение публичных защит выполненных лабораторных работ с использованием презентаций, дискуссий.

Таким образом, обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению «Техносферная безопасность» позволит сформировать навыки работы с измерительной техникой, которые являются необходимым звеном для умения использовать геоинформационные технологии и системы автоматизированного проектирования в области техносферной безопасности. В докладе описан опыт экспериментальной организации преемственных лабораторных работ в Институте военно-технического образования и безопасности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Результаты проведенных педагогических экспериментов рассматривались и обсуждались на заседании Учебно-методического объединения по университетскому политехническому образованию.

Литература

1. *Леонова Н.А.* Стратегия формирования преемственного содержания курса физики по направлению “Техносферная безопасность” / Н.А. Леонова // Труды международной научной конференции 28 сентября-2 октября 2015 № 1, с. 196-199.
2. *Леонова Н.А.* Обеспечение преемственности лабораторных практикумов в инженерной подготовке выпускника высшей школы по направлению “Техносферная безопасность” / Н.А. Леонова, Т.Т. Каверзнева // Безопасность жизнедеятельности № 12, с. 52.
3. *Леонова Н.А.* Обеспечение преемственности содержания дисциплин естественнонаучного цикла / Н.А. Леонова // Материалы 13 Международной конференции Санкт-Петербург, 1-4 июля 2015 ФССО-15, с. 37.

The Concept of Building Successive Physical Laboratory Practical Work, Defining the Training Strategy in the Direction of “Technosphere Safety”

Natalia Leonova

*St. Petersburg Polytechnical University
29, Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia,
e-mail: n_leonova_72@mail.ru*

The report reveals the experience of organizing practical work and discusses its interaction with other disciplines, define the terms to ensure continuity of laboratory classes between courses Metrology, standardization and certification”, “Electrical engineering”, “Science” forming professional skills of graduates to work with measuring devices.

Keywords: technosphere safety, Physics, continuity, discipline natural Sciences.

УПРАВЛЕНИЕ ОБУЧЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОННОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

Алла Евгеньевна Машукова, Анатолий Васильевич Машуков

Сибирский федеральный университет
660012, Красноярск, Судостроительная, 40, 2; e-mail: amashukova@sfu-kras.ru

В докладе приводятся конкретные примеры управления обучением в электронном курсе физики для специалитета, разработанном на основе системы Moodle. Курс используется в учебном процессе для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная геология».

Ключевые слова: управление обучением, электронный курс физики, прикладная геология.

На основе платформы Moodle нами разработан электронный обучающий курс (ЭОК) по физике для специалитета по направлению «Прикладная геология» для трех семестров в соответствии с общеобразовательной программой, составленной на основе требований ФГОС. ЭОК состоит из базовой и вариативной части.

Базовая часть содержит структурированные тексты методических пособий и указаний, лекций, видеоматериалы, исполняемые файлы для компьютерных тренажеров и компьютерного моделирования. В эту часть входят также активные элементы: глоссарий, чаты-консультации, форумы, опросы, тесты, задания. Общение студентов с преподавателем во внеурочное время происходит в режимах on-line (чаты-консультации) или off-line (форумы, обмен сообщениями).

Вариативная часть включает в себя семинары, задания, вики-проекты. Эта часть направлена на формирование профессиональных компетенций.

С целью повышения эффективности использования ЭОК был проведен анализ статистических данных по журналам оценок и событий за последние полтора года.

Входное тестирование показало разные уровни подготовки студентов по физике, что обусловило необходимость индивидуализации обучения: условия получения зачета для студентов с хорошей подготовкой и с плохой различались. Например, для студентов с плохой подготовкой при неполном выполнении домашних заданий по решению задач давалось право выбора других видов работы: с глоссарием, с компьютерными тренажерами, с домашними тестами по промежуточным темам. Так были выстроены индивидуальные траектории обучения. Управление обучением сводилось к установлению правильной пропорции между баллами за различные виды работ. Например, оказалось, что даже при малом числе решенных задач можно было набрать баллы другими видами работ. Пришлось исправлять оценку за решение задач.

Как показал журнал событий, в первом семестре наблюдалось авральное увеличение числа обращений к ЭОК к концу семестра до трех десятков тысяч. Это удалось сгладить в следующих семестрах введением штрафных баллов за несвоевременное выполнение работ.

Во втором и третьем семестре в составе ЭОК появляются творческие задания, вики-проекты, семинары. К этому времени студенты проходят практику и проявляют интерес к своей специальности. Предпочтение отдается анализу методов исследования минералов, разведки полезных ископаемых с точки зрения физики. Студенты являются как авторами работ, так и рецензентами работ других студентов, что вырабатывает умение оценивать информацию, работать в группе. В рамках проекта был разработан полярископ для экспресс-анализа минералов студентом второго курса [1], для чего он основательно изучил явление поляризации света.

Таким образом, студент может учиться самостоятельно по индивидуальной траектории при использовании преподавателем возможностей управления обучением в ЭОК. В качестве активных элементов полезно использовать творческие задания, касающиеся непосредственно профессиональной деятельности будущих специалистов.

Литература

1. Лобастов Б.М., Машукова А.Е. Конструирование портативного полярископа для экспресс-анализа минералов / Б.М. Лобастов, А.Е. Машукова // Физическое образование в вузах, специальный выпуск. – 2015. – Т. 21, 1С. – С. 68.

PACS: 01.40.Fk

The management of Training in the Course of Physics

Alla Mashukova, Anatoly Mashukov

*Siberian Federal University,
Krasnoyarsk, 660012, Krasnoyarsk, Sudostroitel'naya, 40, 2;
e-mail: amashukova@sfu-kras.ru*

The report provides the specific examples of learning management in the electronic physics for specialist program, developed on the basis of Moodle. The course is used in educational process for students enrolled in the direction "Applied Geology".

Keywords: management training, e-course physics, applied Geology.

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ КРИВИЗНЫ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКИХ ПЛАСТИНОК

Сергей Борисович Рыжиков, Юлия Владимировна Рыжикова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физ. факультет
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2; e-mail: sbr@physics.msu.ru

Предложена методика расчета кривизны поверхности тонких пластинок на основе измерения радиусов колец «равного наклона», наблюдаемых на удаленном экране при освещении пластинки лазером. Указанный эксперимент может быть использован в качестве лекционной демонстрации, а также при проведении лабораторных работ.

Ключевые слова: оптика, интерференция, демонстрационный эксперимент.

1. Лекционная демонстрация. Тонкая изогнутая пластинка, например, линза от очков кладется на не отражающую поверхность. Лазерная указка зажимается в штативе и луч направляется на линзу в то место, где она касается стола. Тогда на потолке формируется система интерференционных колец, которые можно условно считать кольцами равного наклона. Луч должен быть немного наклонен, чтобы штатив с указкой не загороживал картину. При использовании «зеленой» указки затемнение помещения не требуется. Линза может лежать на столе как выпуклой стороной вверх, так и вниз. В экспериментах можно использовать как собирающую, так и рассеивающую линзы.

2. Лабораторная работа. Линза закрепляется вертикально на столе, а лазерный луч направляется горизонтально. Кольца наблюдают и измеряют их размеры на вертикальном экране на расстоянии 2-3 метров от линзы.

Кольца возникают в результате интерференции света от двух точечных источников, образующихся при отражении лазерного луча от поверхностей линзы. Если разница радиусов кривизны линзы мала ($\Delta R \ll R$): то в приближении тонких линз расстояние между источниками равно [1, 2]:

$$l = \frac{n}{2(n-1)} R^2 |D_0|, \quad (1)$$

где R – среднее значение радиуса кривизны, а D_0 – оптическая сила линзы.

Свет от двух точечных источников формирует на удаленном экране, находящемся на расстоянии h , интерференционные кольца. Радиусы соседних колец (m и $m+1$) подчиняются формуле:

$$r_{m+1}^2 - r_m^2 = \frac{2\lambda h^2}{l}. \quad (2)$$

Измерив экспериментально радиусы нескольких колец, из формул (1) и (2) можно определить радиусы кривизны линз, а затем измерить их экспериментально.

Описанный способ наблюдения интерференционных колец можно использовать как простую и эффектную демонстрацию, как в вузе, так и в школе. Как описано в [3, 4] в школе интерференцию можно изучать уже в 8-м классе. Заметим, что подобную систему колец наблюдал еще И. Ньютон ([5], с. 227).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 16-32-00386 мол_a.

Литература

1. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука, 1976.
2. Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В. Простой эксперимент, демонстрирующий интерференционные кольца равного наклона // Материалы II Международной научно-методической конференции «Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития». М.: МПГУ, Ч.1, с. 221-224.
3. Рыжиков С.Б. В каком классе можно рассказывать школьникам о проблемах нанотехнологий? // Вестник Московского университета, серия 20 (педагогическое образование). 2011. №3. С. 100.
4. Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В. Загадки оптики. М.: ОЛМА Медиа Групп, 2015.
5. Ньютон И. Оптика... М.–Л.: Госиздат, 1927.

PACS: 42.25.Hz; 01.40.Fk; 01.50.My

Method of Curvature Thin Plates Surface Measurements by Light Interference

S.B. Ryzhikov, Yu.V. Ryzhikova

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Physics, Moscow, 119991, Russia

The method of calculating the curvature of the surface of the thin plates on the basis of the measurement of the radius of the rings equal slope observed on the screen when illuminated by laser is suggested. This experiment can be used as a lecture demonstration and for laboratory work.

Keywords: optics, interference, demonstration experiment.

О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ В СТУДЕНЧЕСКОМ ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Татьяна Алексеевна Семенова

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Москва, 115409, Москва, Каширское ш., 31; e-mail: contreraskosha@yandex.ru

Показано, что необоснованное использование в студенческом практикуме нормальной статистики для обработки результатов измерений неправомерно. Большинство пособий рекомендует рассчитывать среднее, среднеквадратичную погрешность, применять метод Стьюдента и т.д. Студент априори невольно привыкает считать, что любая выборка подчиняется распределению Гаусса. Автор считает необходимым использовать элементы непараметрической статистики и приводит примеры.

Ключевые слова: статистика, нормальное распределение, выборка, центральная предельная теорема, непараметрическая статистика.

В физическом практикуме принято рассчитывать погрешности случайных результатов измерений в предположении нормальности их распределения. Это удобный и красивый метод расчета. Хорошо считаются интегралы, отсутствуют нечетные центральные моменты. Среднее значение измеряемой величины в пределе (т.е. для генеральной совокупности) стремится к математическому ожиданию распределения. Центральная предельная теорема позволяет делать оценки отклонения измеренных величин от математического ожидания с заданной степенью точности.

Однако, генеральную совокупность невозможно получить, поскольку никогда не нельзя сделать бесконечно большого числа измерений. Мы всегда получаем только выборку из генеральной совокупности. Объем выборки всегда конечен. Центральная предельная теорема в формулировке Чебышёва требует, чтобы элементы выборки были попарно независимы, а дисперсия распределения конечна. Кроме того, лабораторная установка должна находиться в состоянии равновесия, чтобы можно было говорить о каком-либо конкретном распределении измеряемых величин. Иначе внешние воздействия будут изменять генеральную совокупность.

Любая установка физического практикума – **принципиально открытая система**. В учебных лабораториях работают одновременно несколько установок и находится много студентов. Аппаратура подвержена сотрясениям, электрическим помехам от соседних установок, неравномерному нагреву, обдувается естественными неравномерными потоками воздуха. А объемы выборок, как правило, очень малы. Условия, необходимые для применения теоремы Чебышёва, не могут быть выполнены,

и не следует ожидать, что полученное распределение в выборке будет нормальным.

Автор предлагает пользоваться непараметрической статистикой, рассчитывая медианы и квантили. Приводятся примеры такой обработки.

Литература

1. Котов Ю.Б., Семенова Т.А. О неправомерности использования нормального распределения для оценки случайной погрешности в экспериментах с малым объемом выборки // Физическое образование в вузах. – 2014. – Т. 20. – № 3. – С. 65–81.
2. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Физматлит. – 1965. – 400 с.
3. Холлендер М., Вулф Д.А. Непараметрические методы статистики. – М.: Финансы и статистика. – 1983. – 518 с.

PACS: 01.40.Fk

About a Statistical Processing of Data in Student's Physical Experiment

Tatiana Semenova

*National Research Nuclear University MEPhI
(Moscow Engineering Physics Institute),
Moscow, 115409, Kashirskoe sh., 31;
e-mail: contreraskosha@yandex.ru*

It is shown that baseless use of normal statistics for data processing in physical laboratory experiment is illegal. The majority of manuals recommends to the student to count an average, a mean square error, to apply Student's method, etc. The student a priori involuntarily gets used to consider that any sampling is subordinated to Gauss's distribution. The author suggests to use elements of nonparametric statistics for processing of results of casual measurements and gives examples.

Keywords: statistics, normal distribution, selection of small volume, central limit theorem, nonparametric statistics.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

Любовь Васильевна Чиликанова, Татьяна Олеговна Павлова

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет (НИ ИрГТУ)

Иркутск, 664074, Иркутск, Лермонтова, 83; e-mail: lvirktech@gmail.com,
tatyana.pavlova.54@mail.ru

В докладе приводятся примеры использования традиционного физического лабораторного практикума для формирования межпредметных связей: курса «Общей физики» и курсов «Строительная физика», «Архитектурная физика».

Ключевые слова: строительная физика, строительная светотехника, архитектурно-строительная акустика, строительная теплофизика.

Для студентов строительных и архитектурных факультетов был разработан профессионально-ориентированный курс «Общей физики». Такая необходимость возникла для формирования межпредметных связей, т.е. целостной системы знаний как основы профессиональной компетентности.

Многие понятия, характеристики физических величин, физические законы и явления используются достаточно широко в специальных дисциплинах: «Строительной физике», «Архитектурной физике». Число часов, выделяемых для этих дисциплин, невелико и чаще всего ограничивается лекциями и практическими занятиями. Поэтому так важно в курсе «Общей физики» дать возможность студентам наблюдать физические законы, явления с помощью лабораторного практикума. Для повышения мотивационной составляющей физического образования студентов, предполагается не только пересмотр основных концептуальных основ изложения теоретического материала, но и изменённый подход к организации лабораторного практикума. Нами был использован традиционный лабораторный физический практикум и отобраны по тематике наиболее актуальные для студентов указанных специальностей лабораторные работы, имеющие общефизическую значимость. Предпочтение было отдано тем лабораторным работам, которые наиболее просто и наглядно демонстрируют изучаемые в «Строительной физике», «Архитектурной физике» физические явления или законы. Такой выбор не исключает выполнение и других лабораторных работ, иллюстрирующих лекционный курс дисциплины «Общая физика». Акцент делался не на технику проведения измерений, а на анализ полученных результатов и четкое их понимание.

Разделы физики и физические величины,
используемые в «Строительной физике», «Архитектурной физике»

Строительная физика	Физика
Строительная светотехника	Фотометрия. Природа света, его основные характеристики, величины и единицы измерения.
Архитектурно-строительная акустика	Природа звука, его распространение в различных средах, основные понятия и величины. Интерференция волн. Стоячие волны. Дифракция.
Строительная теплофизика	Основы молекулярно-кинетической теории. Теплота. Температура. Теплоемкость Виды теплопередачи: теплопроводность, излучение, конвекция Явление теплопереноса, закон Фурье Абсолютная и относительная влажность, «точка росы», конденсация.

Литература

1. Чиликанова Л.В. Тестирование в строительной физике / Физика в системе современного образования (ФССО-15): Материалы XIII Международной конференции, Санкт-Петербург, 1–4 июня 2015г. Т. 1. – СПб.: Изд-во ООО «Фора-принт», 2015, с. 379-380.

PACS: 01.40.gb

Using Physical Workshop for the Formation of Interdisciplinary Connection

Liubov Chilikanova, Tatyana Pavlova

*National Research Irkutsk State Technical University, Russia,
Irkutsk, 664074, Irkutsk, Lermontov, 83; e-mail: lvirktech@gmail.com,
tatyana.pavlova.54@mail.ru*

The report provides examples of using the traditional physical laboratory practical for the formation of interdisciplinary connection: the course “General Physics” and courses “Building Physics”, “Architectural Physics”.

Keywords: building physics, building lighting, architectural and building acoustics, building thermal physics.

Секция III. Инновации в лабораторном физическом эксперименте вуза

Пленарные доклады

УДК 533.9.08; 004.771

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ

Александр Михайлович Зимин, Андрей Николаевич Морозов,
Владислав Игоревич Тройнов, Андрей Валерьевич Шумов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, 2-я Бауманская, 5;
e-mail: zimin@power.bmstu.ru

В 21-м веке требования к уровню высшего образования постоянно повышаются. В естественнонаучном и инженерном образовании важную роль играет лабораторный практикум. Однако база для его проведения быстро устаревает, и выпускники университетов не успевают получить навыки работы с новейшей аппаратурой. В докладе описан практикум по общим и специальным разделам оптики, основанный на технологии удаленного доступа к уникальному оборудованию и предназначенный для студентов младших и старших курсов.

Ключевые слова: молекулярные и атомарные оптические спектры, удаленный практикум.

Лабораторные практикумы являются важнейшими составляющими практической подготовки инженеров при изучении как фундаментальных, так специальных дисциплин. Поскольку вследствие стремительного технического прогресса лабораторная база вузов быстро устаревает, для повышения качества подготовки и индивидуализации физического эксперимента в МГТУ им. Н.Э. Баумана используются технологии удаленного управления аппаратурой сложных и уникальных стендов [1, 2].

Для проведения сетевых практикумов по оптике разработан программно-аппаратный комплекс [3], основу которого составляет многоканальный спектрометр AvaSpec-2048, связанный с компьютером посредством USB-интерфейса. Комплекс позволяет проводить регистрацию спектров излучения разрядов в молекулярных и атомарных средах в видимом диапазоне с высоким оптическим разрешением.

Управляющий компьютер (Lab-сервер) (рис. 1) связан локальной сетью с Web-сервером. С помощью интерфейса удаленного управления, генерируемого в виде динамических HTML-страниц, студентами задаются режимы работы спектрометра, которые после проверки на корректность заносятся в базу данных и затем реализуются.

Удаленному пользователю предоставляются оперативные сообщения о ходе опыта («сценарий поставлен в очередь», «проводится регистрация спектра» и т.п.). По окончании эксперимента его результаты публикуются в сети Интернет.



Рисунок 1. Схема проведения спектральной диагностики через глобальную сеть.

Студенты младших курсов при изучении раздела «Оптика» общей физики получают возможность ознакомиться с устройством и принципами работы аппаратуры, а также провести с его помощью анализ спектров излучения молекулярных и атомных газов: выявить отдельные спектральные линии, молекулярные полосы, непрерывное излучение (континуум). На старших курсах исследуются газовые разряды, получаемые в различных системах, и методами количественного спектрального анализа студенты определяют пространственные распределения параметров плазмы.

Литература

1. *Норенков И.П., Зимин А.М.* Информационные технологии в образовании. М.: Изд-во МГТУ

им. Н.Э. Баумана, 2004. 352 с.

2. Online Experimentation: Emerging Technologies and IoT / Ed. M.T. Restivo, A. Cardoso, A.M. Lopes. Barcelona (Spain): IFSA Publishing, S. L., 2015. 496 p.
3. Автоматизированная сетевая лаборатория по спектроскопии плазмы / А.М. Зимин, А.В. Шумов и др. / Информационные технологии. 2011, № 6. С. 72-78.

PACS: 01.50.Lc; 07.60.Rd

Integrated Laboratory for Remote Spectral Diagnostics

A.M. Zimin, A.N. Morozov, V.I. Troynov, A.V. Shumov

*Bauman Moscow State Technical University
105005, 2-nd Baumanskaya Str., 5; Moscow, Russia;
e-mail: zimin@power.bmstu.ru*

The education quality requirements are increasing in 21st Century. In natural and engineering sciences, practical training is very important. The experimental base of universities is rapidly becoming obsolete and the graduates do not obtain skills for working with modern equipment. This paper describes Laboratory for Remote Spectral Diagnostics, that used at some levels of studies: first in the study of basic subjects, then in specialized training courses.

Keywords: molecular and atomic optical spectra, remote laboratory.

СТУДЕНЧЕСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ – НОВЫЙ ФОРМАТ И НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Андрей Николаевич Морозов, Борис Георгиевич Скуйбин

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 105005, 2-я Бауманская, 5; e-mail: amor59@mail.ru, bgscuibin@yandex.ru

В докладе описан опыт создания студенческой экспериментальной лаборатории физики (СЭЛФ) для студентов всех специальностей МГТУ им. Н.Э. Баумана. Приводятся принципы работы СЭЛФ, участие кафедр в подготовке студентов-исследователей на базе СЭЛФ, результаты работы и перспективы развития СЭЛФ.

Ключевые слова: студенческая экспериментальная лаборатория физики, инновация, физический практикум, электродинамика, оптика, квантовая физика.

В 2009 году на кафедре физики МГТУ им. Н.Э. Баумана была создана студенческая экспериментальная лаборатория физики (СЭЛФ), где наиболее активные студенты всех специальностей, начиная со 2-го семестра, могли попробовать свои силы в научной работе на собранных ими установках или стендах под выбранный ими проект.

Тот интерес, который проявили студенты, их энтузиазм очень быстро, буквально за два года, позволили превратить СЭЛФ в ритмично работающую лабораторию.

Студент, принятый в СЭЛФ, может предложить для реализации свой проект. Так, например, студенты осуществили собственные проекты по созданию беспилотного летательного аппарата, квадрокоптера, роботов, перчатки для азбуки жестов для слабослышащих, бюджетной трости для слабовидящих и т.д. Также СЭЛФ может предложить студентам свои проекты. Под выбранный проект собирается группа студентов от 2-х до 6-ти человек, распределяются направления работ и зоны ответственности каждого студента. Как правило, студенты за год успевают создать установку или стенд и выполнить на ней самостоятельную исследовательскую работу. Параллельно идет работа с литературой, подготовка отчетов в виде рефератов, буклетов, плакатов, презентаций, докладов и статей.

За последние пять лет студентами СЭЛФ созданы установки и стенды по различным разделам физики: электродинамике, оптике, квантовой физике. Это работы по изучению электростатических и вихревых полей, токов смещения. Работа в СЭЛФ позволяет проводить более углубленное изучение современной физики. Измерение длины когерентности различных световых источников, дифракции Френеля, с изучением эффекта Тальбота, корпускулярно-волнового дуализма и другие работы.

Поставлена лабораторная работа на базе интерферометра Цандера-Маха, которая позволяет рассмотреть вопрос о том, какой путь выбирает фотон, и обсудить тему квантового ластика – стирание и восстановление информации. Поставлена лабораторная работа, которая знакомит студентов с квантовыми точками, готовится работа по фотонным кристаллам. Некоторые из работ студентов СЭЛФ представлены их авторами на данной конференции, многие идеи находятся в стадии реализации.

Инновационный процесс обучения студентов в СЭЛФ заключается в том, что студенты 2 курса не только выполняют оригинальные лабораторные работы на готовой установке, а выбирая проект, участвуют в его разработке, создании установки и проводят эксперименты на созданной ими установке, получают результаты, пишут статьи и докладывает результаты работы на конференции, выставке. Следует подчеркнуть, что ряд студенческих работ был опубликован в журналах из списка ВАК.

Перспективы развития СЭЛФ авторам доклада видятся в привлечении молодых преподавателей для развития современного эксперимента, большего участия студентов в теоретических работах, в развитии информационных технологий. Выпускники МГТУ, работающие в ведущих лабораториях, как в России, так и в других странах, продолжают участвовать в жизни СЭЛФ. Новый подход к организации физического практикума в стенах МГТУ позволил подготовить несколько поколений инженеров-исследователей, способных участвовать в современных научных проектах.

PACS: 01.55.+b

Student Experimental Physics Laboratory – a New Format and New Possibilities for Studying Physics at Technical Universities

Andrei Morozov, Boris Scuibin

Moscow, Bauman Moscow State Thechnical Univercity

105005, Moscow, 2-nd Baumanskaya, 5

E-mail: amor59@mail.ru, bgscuibin@yandex.ru

The report describes the experience of creating a student experimental physics laboratory (SELF) for students of all specialties MSTU. NE Bauman. We give the principles of SELF, the departments involved in the preparation of students and researchers on the basis of SELF, results and prospects of development of SELF.

Keywords: student experimental physics laboratory, innovation, physical workshop, electrodynamics, optics, quantum physics.

Доклады

УДК 53.087.4

**ПРОВЕДЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО
ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА
НА БАЗЕ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА**

Сергей Владимирович Афанасьев^{1,2}, Дмитрий Геннадиевич Сакулин¹,
Андрей Владимирович Чураков^{1,2}

¹ Государственный университет «Дубна»

141980, г. Дубна, Московской обл., ул. Университетская, 19

² Объединенный инстит ядерных исследований

141980, г. Дубна, Московской обл., ул. Жолио-Кюри, 6

E-mail: afanasev@ihe.jinr.ru, facolco@gmail.com, churakov@nf.jinr.ru

В докладе представлен опыт использования информации с датчиков физической установки «СКАН» Объединенного института ядерных исследований для организации дистанционной студенческой работы университета «Дубна».

Ключевые слова: датчики физической установки, дистанционный физический практикум.

Проведение современных научных исследований немыслимо без использования вычислительной техники как связующего звена между детекторами и исследователями. Развитие компьютеров и средств связи позволило непосредственным участникам эксперимента избавиться от необходимости личного присутствия в месте проведения исследований, но при этом быть активным участником этих исследований. Такая идеология является магистральной в проведении современного эксперимента. Дистанционные лабораторные эксперименты, выполняемый в рамках учебного курса, есть отражение этой идеологии.

Дистанционный физический практикум, выполняемый студентами, является подготовительным процессом, позволяющий выпускникам вузов быстрее адаптироваться к самостоятельной работе. Особенно плодотворно этот процесс может происходить в случае использования действующего оборудования предприятий для проведения дистанционного практикума в рамках учебного процесса. Цель в том, чтобы предоставить удаленным студентам доступ к информации инженерно-технического оборудования предприятия, – предполагаемого места их дальнейшей работы.

В докладе представлен опыт использования информации с датчиков физической установки «СКАН» Объединенного института ядерных исследований для организации дистанционной студенческой работы университета «Дубна».

PACS: 01.50.Lc; 07.60.Rd

Conduct Remote Physical Workshop Based on the Physical Installation Training Institute

Sergey Vladimirovich Afanas'ev^{1,2},
Dmitry Genadievich Sakulin¹, Andrey Churakov^{1,2}

¹*State "Dubna" University,
141980, Dubna, Moscow region., UL University, 19*

²*Joint Institute for nuclear research
141980, Dubna, Moscow region, St. Joliot-Curie, 6*

E-mail: afanasev@lhe.jinr.ru, facolco@gmail.com, churakov@nf.jinr.ru

The report describes the experience of using the information from sensors of physical installation «SKAN» Joint Institute for Nuclear Research for offsite student work "Dubna" University.

Keywords: sensors of physical installation, remote physical workshop.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ ПОЛЕЙ И ТОКОВ СМЕЩЕНИЯ

Виталий Сергеевич Барилко, Максим Николаевич Неруш

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана,
Студенческая экспериментальная лаборатория физики
105005 Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1;
e-mail: barilkov@yandex.ru, 1340116@gmail.com

В докладе описано исследование, целью которого является создание экспериментальной установки для изучения вихревых полей и токов смещения. Приведено описание конструкции установки. Представлены результаты эксперимента и проведен анализ измерений. Сформулированы требования для дальнейшего развития и совершенствования экспериментальной установки.

Ключевые слова: электромагнетизм, уравнения Максвелла, токи смещения.

Ток смещения был введен Максвеллом в электродинамику для корректного проведения расчетов, касающихся переменных электромагнитных полей. При этом величина, называемая током смещения, учитывала изменение электрического поля во времени, но, физически, током в его классическом понимании не являлась, совпадая с ним только по размерности. Именно выяснение природы токов смещения, на наш взгляд, представляет большой научный и образовательный интерес, и стало поводом для начала данного исследования, в ходе которого была спроектирована и построена экспериментальная установка, а также проведены исследования, собраны и обработаны данные эксперимента.

Экспериментальная установка состоит из воздушного конденсатора (обкладки – стальные квадратные пластины со стороной 500 мм, расстояние между обкладками – 130 мм), медной катушки (диаметр проволоки – 0,25 мм, сердечник – стальной кольцевой со средним диаметром 300 мм) и соединительных проводов. На обкладки подавалось переменное напряжение с амплитудой 6 В в частотном диапазоне 0-20 МГц. С катушки снимался выходной сигнал амплитудой в диапазоне 0-1360 мВ. Пиковое значение выходного сигнала (1358 мВ) приходилось на частотный диапазон 13,6-13,8 МГц. До этой частоты зависимость выходного сигнала от частоты была квадратичной с заметными периодичными колебаниями. После приблизительно 14 МГц при увеличении частоты отмечалось резкое падение амплитуды выходного сигнала. С большой долей уверенности можно сказать, что полученные результаты согласуются с теоретическими выкладками.

Важно, что доработка установки, более детальная интерпретация экспериментальных данных и автоматизация эксперимента являются вполне самостоятельными

задачами, которые могут быть интересны другим исследователям.

Литература

1. Максвелл Дж. Трактат об электричестве и магнетизме. – М., Наука, 1989.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сандс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 5, Электричество и Магнетизм. – М., Мир, 1965.

PACS: 74.25.N

The Experimental Research of Curl Fields and Bias Currents

Vitaly Barilko, Maxim Nerush

*Bauman Moscow State Technical University,
Student Experimental Physics Laboratory,
Moscow, 105005, Moscow, the 2th Baumanskaya st., 5/1;
e-mail: barilkov@yandex.ru, 1340116@gmail.com*

In the report the development of educational experimental setup aimed to study curl fields and bias currents is described. Its construction and operational principles are given. Experimental results and data analysis are provided. The requirements for future development and improvement of experimental setup are stated.

Keywords: electromagnetics, Maxwell's equations, bias currents.

УДК 004.382.76:378

ПРИМЕНЕНИЕ СМАРТФОНА В ФИЗИЧЕСКОМ ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Наталья Вячеславовна Ермолаева, Виктор Иванович Ратушный,
Дмитрий Александрович Севастьянов, Юлия Алексеевна Усикова

Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ МИФИ
347360, г. Волгодонск, Ростовской обл., ул. Ленина 73/94; e-mail: viratush@mail.ru,
NVErmolayeva@mephi.ru, dima.nuclear@gmail.com

В работе проведена модернизация смартфона, позволяющая использовать его в качестве центра обработки данных, поступающих от датчика температуры и влажности, прибора для измерения сопротивления и напряжения при проведении лабораторных работ по физике.

Ключевые слова: смартфон, датчик температуры и влажности, омметр, физический практикум.

Стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий может привести в ближайшем будущем к широкому использованию мобильных устройств (смартфонов, планшетных компьютеров) в образовательном процессе [1, 2]. В настоящей работе предлагается использовать смартфон, работающий на операционной системе (ОС) Android, в физическом лабораторном практикуме.

Анализ технических и функциональных возможностей смартфонов бюджетного уровня показал, что в физическом лабораторном практикуме можно использовать такие функции смартфона, как выход в интернет; функции фото/видеосъемки и диктофона; аудио/видео проигрывание записей; калькулятор; таймер или секундомер. Также с помощью специального программного обеспечения можно использовать такие встроенные в смартфон датчики, как акселерометр, гироскоп, магнитометр, датчик освещённости, цифровой компас. Мы предлагаем расширить функциональные возможности смартфона, работающего на ОС Android, таким образом, чтобы он измерял влажность и температуру воздуха, сопротивление резисторов за счет подключения к нему дополнительной платы с датчиками.

Нами выбрана плата Arduino формата UNO (в нашем случае производитель RobotDyn – аналог Arduino), которая отличается невысокой стоимостью и совместима с ОС Android. Принцип действия предлагаемого нами устройства следующий. При осуществлении замеров информация от датчиков поступает на плату Arduino. Далее осуществляется обработка информации на Arduino и ее отправка на устройство Android (смартфон) через USB-кабель. Следующий этап – обработка информации смартфоном с помощью специальных, предварительно на нем установленных программ.

Заключительный этап – графическое отображение информации на экране смартфона.

Для реализации омметра на основе платы Arduino, к ней подключаются два резистора: R1-базовый резистор, R2 – исследуемый. Используется аналоговый вход платы Arduino для считывания напряжения с делителя напряжения. Для измерения влажности и температуры воздуха к плате Arduino подключается датчик DHT11. При составлении кода прошивки для Arduino использовался язык программирования C++.

В ходе проделанной работы были проанализированы технические и функциональные возможности смартфонов, с целью их применения в физическом лабораторном практикуме, разработано устройство на плате Arduino формата UNO, расширяющее функциональные возможности смартфонов, работающих на ОС Android. Разработанное устройство позволяет измерять температуру, влажность воздуха, сопротивление резисторов и выводить результаты измерений на экран смартфона. Погрешность измерений, полученных с помощью разработанного устройства, не превышает 5%.

Литература

1. Кудрявцев А.В. Новые возможности использования мобильных устройств в учебном процессе ВУЗа. // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С. 71-76.
2. Лозовенко С.В., Паутова А.А. Использование смартфонов и планшетных компьютеров в учебном физическом эксперименте // Школа будущего. – 2014. – № 3. – С. 92-97.

PACS: 01.40.Fk

The Use of a Smartphone in a Physical Laboratory Workshop

Natalia Ermolaeva, Victor Ratushnyi, Dmitry Sevastyanov, Julia Usikova

*The Volgodonsk engineering technical Institute national research nuclear University MEPHI,
347360, Volgodonsk, the Rostov region, Lenina str. 73/94; e-mail: viratush@mail.ru,
NVErmolayeva@mephi.ru, dima.nuclear@gmail.com*

The paper presents the upgrading of the smartphone, allowing it to be used as the center of processing data from a temperature sensor and a humidity meter for measuring resistance and voltage when carrying out laboratory works in physics.

Keywords: smartphone, temperature sensor and humidity, ohmmeter, physical workshop.

УДК 53.07

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИННОВАЦИЯМ В УЧЕБНОМ ЛАБОРАТОРНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Леонид Всеволодович Горчаков, Вячеслав Сергеевич Заседатель,
Мария Яковлевна Стоянова

Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050 Томск, пр. Ленина 36, Томский государственный университет, физический
факультет; e-mail: gorchakov@phys.tsu.ru, zevs@ido.tsu.ru, stoyanovamaria@mail.ru

В докладе рассмотрен комплексный подход на физическом факультете Томского Государственного университета к инновационному развитию лабораторного физического практикума на основе использования компьютеров и микроконтроллеров для подготовки и проведения как локального, так и удаленного физического эксперимента.

Ключевые слова: тестирование, локальный эксперимент, удаленный эксперимент, виртуальный эксперимент, компьютер, микроконтроллер.

Инновации в учебном лабораторном физическом практикуме основаны на его компьютеризации. Кроме этого, Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования нового поколения по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» [1] подразумевает, что в современной системе образования больше ценится не только знание, но и понимание знаний и умение применять эти знания в различных практических и жизненных ситуациях. Следовательно, подготовка высококвалифицированных кадров в области физики возможна при комплексном подходе в преподавании физики, который позволяет объединить возможности современных компьютерных систем с традиционными средствами обучения. Комплексный подход может быть применен и к различным составляющим физического практикума.

На кафедре общей и экспериментальной физики физического факультета Томского государственного университета (ТГУ) ведутся разработки инновационной составляющей в учебном лабораторном физическом практикуме в четырех направлениях, причем для всех характерно использование вычислительной техники в разных вариантах. Первое направление подразумевает работу с теоретическими знаниями и различные виды тестирования в системе электронного обучения ТГУ [2]. Два других направления тесно связаны с реальным физическим экспериментом. В локальном физическом эксперименте основное внимание уделяется автоматизации традиционных лабораторных работ. Подобного рода работы подразумевают использование компьютеров не только для обработки результатов эксперимента, но и для управления и съема информации с датчиков. Это потребовало ввода в состав

лабораторных установок микроконтроллеров и их соответствующего программирования, а также сопряжения как с самой установкой, так и с управляющим компьютером [3]. Третье направление связано с ориентацией обучения на дистанционный доступ к эксперименту. Для проведения реальных экспериментов в удаленном режиме был создан специализированный сайт для проведения лабораторных работ. В процессе его создания экспериментальные установки локального эксперимента были модернизированы для возможности использования их в сети и разработано соответствующее программное обеспечение для управляющих компьютеров и серверов, а также необходимые сервисы [4]. Четвертое направление связано с решением проблем монопольного доступа к управлению экспериментом. Для выполнения нескольких одинаковых работ возможно использование виртуального эксперимента, который может использоваться как в локальном, так и в удаленном доступе. Для разработки виртуальных экспериментов используются различные среды, в частности Flash (Animate Creative Cloud), которая обладает большими графическими и программными возможностями. Кроме этого, применяется система MATLAB, одноименный язык программирования которой включает в себя широкий спектр функций, включая интегрированную среду разработки, позволяющую создавать в том числе и графические интерфейсы [5].

С ростом вычислительных мощностей и развитием мобильных технологий в ближайшем будущем широкое распространение получают приложения, базирующиеся на HTML5, а также технологии виртуальной и дополненной реальности [6]. А технологии 3D-печати могут в значительной степени упростить и ускорить создание и автоматизацию лабораторного практикума [7]. Все это позволит вывести лабораторный эксперимент на еще более новый, качественный уровень.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения [Электронный ресурс] / Федеральный портал российское образование. – М., 2015. – URL: <http://www.edu.ru/abitur/act.82/index.php#Par100> (дата обращения: 14.06.2016).
2. *Бабанская О.М., Можяева Г.В., Фещенко А.В., Сербин В.А.* Системный подход к организации электронного обучения в классическом университете // *Открытое образование*, № 2 (109) 2015. – С. 63–69.
3. *Борцов Ю.Н., Волков И.А., Горчаков Л.В.* Программно-аппаратный комплекс на основе микроконтроллера для проведения лабораторных работ по курсу общей физики. Современные

- проблемы теории и методики обучения физике, информатике и математике. – Екатеринбург, Уральский государственный педагогический университет, 2009, с. 63-66.
4. Борисов А.С., Борцов Ю.Н., Горчаков Л.В., Песегов Н.П. Лабораторные эксперименты по общей физике с удаленным доступом, Учебная физика, № 2, 2007, с. 134-137.
 5. Заседатель В.С. Использование среды MATLAB в подготовке и проведении лабораторного практикума по физике. // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 3. Том 22. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2013. – ЦИТ: 313-0745. – С. 50-53.
 6. Заседатель В.С., Сербин В.А. Мобильное обучение в концепции современного образования // Открытое и дистанционное образование, № 4 (56), декабрь 2014. – С. 77-85.
 7. Заседатель В.С. Образовательный потенциал технологий быстрого прототипирования // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, № 5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/220PVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/220PVN515

PACS: 01.50.Pa

An Integrated Approach to Innovation in Teaching Physical Laboratory Workshop

Leonid V. Gorchakov, Vyacheslav S. Zasedatel, Maria Ya. Stoyanova

*634050 Tomsk, Lenin Ave. 36, Tomsk State University, Physical Faculty,
e-mail: gorchakov@phys.tsu.ru, zevs@ido.tsu.ru,
stoyanovamaria@mail.ru*

In this paper we consider a comprehensive approach to the development of innovative laboratory physical practical computer-based microcontrollers and how to conduct the experiment itself, and in preparation for it at physical faculty of Tomsk State University. Used as a local and a remote version of the work with the experiment.

Keywords: testing, experiment local, remote experiment, a virtual experiment, a computer, a microcontroller.

УДК 53.084.4

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСТАНОВОК

Александра Егоровна Иванова¹, Сергей Сергеевич Колмаков¹,
Борис Георгиевич Скуйбин¹, Иван Александрович Лаптев²

¹ МГТУ им. Н. Э. Баумана, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1;
e-mail: sashka_r_c@mail.ru, karlueda@gmail.com, bgscuibin@ya.ru

² ООО «ТЕХНОГАРАНТ», 117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 28А, 2 этаж,
Технопарк «Нагатино»; e-mail: Laptev@3DQuality.ru

В докладе представлены примеры лабораторных стендов, в частности юстировочных устройств, произведенных с помощью технологии 3D печати, являющихся альтернативным вариантом к закупаемому учебному и исследовательскому оборудованию. Рассмотрены их достоинства и недостатки. Предоставлено описание процесса их создания.

Ключевые слова: лабораторное оборудование, технология 3D печати, юстировочное устройство.

Для научных исследований необходимо лабораторное оборудование, однако его приобретение может являться тяжело доступным для некоммерческих организаций студентов ввиду их высокой стоимости. Решением выше описанной проблемы может являться применение 3D печатных технологий для моделирования и создания комплектующих лабораторных установок. Данный метод был применен на базе Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики – СЭЛФ.

Целью работы является проверка пригодности технологии 3D печати при создании лабораторного оборудования и исследование нюансов ее применения в данной области.

В СЭЛФ закупаются готовые наборы, предназначенные для проведения ограниченного круга экспериментов с заранее заданной областью применения, из-за этого периодически становится необходим поиск подходящих дополнительных компонент. Однако достоинством данных наборов является простота в использовании.

Рассмотренный нами альтернативный вариант – печать комплектующих на 3D принтере. Для создания установки необходимо знать электронные комплектующие и оптическое оборудование: его размеры, перемещения объектов во время эксперимента, условия закрепления и определиться с тем, что будет печататься на принтере – то, что можно сделать из пластика. Детали строятся в средах 3D моделирования и печатаются. В некоторых случаях требуется постобработка и дополнение составляющими из других материалов. Промежуточным результатом нашей работы стали несколько версий юстировочных устройств, держатели и коробка для лазеров, линз и призм.

Основными преимуществами применения технологии являются: соответствие получаемой детали требованиям эксперимента, возможность получения геометрически сложных деталей, низкая стоимость расходного материала, возможность быстрой реализации и простота в корректировке любых параметров. Недостатком данного метода является ограниченность в выборе материала производства, из-за чего невозможно достичь, например, высокой несущей способности. Кроме того, для печати сложных изделий, требуется высокий уровень навыков 3D моделирования.

На данном этапе были выявлены некоторые достоинства и недостатки применения технологии 3D печати при создании лабораторных установок. И в дальнейшем большую часть стендов планируется делать именно с помощью этой технологии.

PACS: 89.20.Bb

Using 3D Printing Technology to Create Research Facilities

Alexandra Ivanova¹, Sergey Kolmakov¹, Boris G. Skuybin¹, Ivan Laptev²

¹ *BMSTU, Moscow, 105005, Moscow, Second Bauman Street, 5, Building 1;
e-mail: sashka_r_c@mail.ru, karlueda@gmail.com*

² *«TekhnoGarant» 117105, Moscow, Warsaw highway, d. 28A, 2nd floor,
Technopark «Nagatino»; e-mail: Laptev@3DQuality.ru*

The report provides examples of laboratory stands, in particular, the adjustment devices produced using 3D printing technology is an alternative to purchasing educational and research equipment. The definition of advantages and disadvantages. Courtesy description of the process of their creation.

Keywords: laboratory equipment, 3D printing technology, alignment device.

УДК 378.4, 378.147.88

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕМЕ «КЛАССИЧЕСКИЙ РАЗМЕРНЫЙ ЭФФЕКТ В ПЛЕНКАХ ПОЛУМЕТАЛЛОВ»

Владимир Минович Грабов, Владимир Алексеевич Комаров,
Наталья Сергеевна Каблукова, Евгений Владимирович Демидов

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, e-mail: kablukova.natali@yandex.ru

Описывается лабораторный практикум по изучению влияния размеров объектов в микро- и нанобласти на их физические свойства, исследование проявления классического размерного эффекта в электронных явлениях переноса.

Ключевые слова: магистратура, физика наноструктур, микроразмерные структуры, размерные эффекты, научно-исследовательская практика, лабораторный практикум.

Спецпрактикум для бакалавриата и магистратуры по направлению «Физика», образовательным программам «Физика конденсированного состояния вещества» и «Физика наноструктур и нанoeлектроника»

Одним из важнейших направлений развития лабораторного практикума является постановка учебно-исследовательских заданий по изучению влияния размеров объектов в микро- и нанобласти на их физические свойства, в частности, исследованию проявления классического размерного эффекта в электронных явлениях переноса. В качестве объектов исследования выбраны пленки висмута и твердых растворов висмут-сурьма, характеризующиеся высоким совершенством структуры, большими значениями подвижностей и длины свободного пробега (l) носителей заряда (например, при $T = 77$ К, длина свободного пробега составляет величину около 2 мкм, что делает возможным наблюдение классических размерных эффектов в явлениях переноса в пленках толщиной порядка микрометра).

В соответствии с теорией размерных эффектов зависимость удельного сопротивления от толщины описывается следующими соотношениями:

$$\frac{\rho_d}{\rho_\infty} \approx 1 + \frac{3}{8}(1-p)\frac{\lambda}{d}, \quad \frac{d}{\lambda} > 1,$$

$$\frac{\rho_d}{\rho_\infty} = \frac{4}{8} \frac{1-p}{1+p} \frac{\lambda}{d} \left(\ln \frac{\lambda}{d} \right)^{-1} \approx \frac{4}{8} \frac{1}{1+2p} \frac{\lambda}{d} \left(\ln \frac{\lambda}{d} \right)^{-1}, \quad \frac{d}{\lambda} \ll 1, \quad p < 1,$$

ρ_d и ρ_∞ – удельное сопротивление пленки толщиной d и массивного кристалла; p –

коэффициент зеркальности равный 0, так как считаем отражение диффузным, λ – длина свободного пробега носителя заряда в массивном кристалле.

В работе производится измерение удельного сопротивления пленок твердого раствора висмут-сурьма толщиной от 0,5 мкм до 2 мкм и проверка выполнения зависимости сопротивления от толщины для условия $d/\lambda > 1$, выполнение которого обеспечивается наиболее просто.

Предлагаемая лабораторная работа является удачным компонентом лабораторного практикума по курсам микро- и нанoeлектроники.

PACS: 01.50.Pa 01.40.gb

Laboratory Workshop on the Theme “Classic Size Effect in Films of Semimetals”

V.M. Grabow, V.A. Komarov, N.S. Kablukova, E.V. Demidov

*Herzen State Pedagogical University,
48 Moika River Embankment, Saint-Petersburg, 191186,
e-mail: kablukova.natali@yandex.ru*

Describes a laboratory workshop on the effect of the size of objects in micro- and nanoregions on their physical properties, the study of the classical manifestations of the size effect in the electron transport phenomena.

Keywords: master program, physics of nanostructures, micro-sized structure, size effects, research practice, laboratory practice.

УДК 535.4

ДЕМОНСТРАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА КВАНТОВОГО ЛАСТИКА НА ПРИМЕРЕ КЛАССИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Евгений Олегович Киктенко, Евгений Юрьевич Власов,
Александр Николаевич Назаров, Игорь Александрович Закоморный,
Дмитрий Александрович Малов, Борис Георгиевич Скуйбин

МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5; e-mail: evgeniy.kiktenko@gmail.com

В докладе рассматривается модификация классического эксперимента по наблюдению интерференции в интерферометре Маха-Цендера, позволяющего проиллюстрировать идею корпускулярно-волнового дуализма и роли стирания и восстановления квантовой информации.

Ключевые слова: квантовый ластик, интерферометр Маха-Цендера.

Одной из фундаментальных концепций, с которыми сталкиваются студенты в процессе знакомства с основами квантовой физики, является понятие корпускулярно-волнового дуализма [1]. Обычно говорится о некоторой двойственности в поведении квантовых объектов, благодаря которой в одних ситуациях данные объекты ведут себя как частицы, а в других ситуациях – как волны. Из-за невозможности визуального представления подобного поведения в большинстве случаев остаётся лишь оставить всяческие попытки «понять» квантовую механику, переключившись на овладение формальным математическим аппаратом, позволяющим получать правильный ответ.

В докладе рассматривается простой эксперимент, построенный на основе интерферометра Маха-Цендера, демонстрирующий разрушение и воссоздание интерференционной картины за счет управления поляризацией накладываемых друг на друга лучей. Данный эксперимент предполагает два способа интерпретации результатов. С классической точки зрения имеет место закономерное поведение интерференционной картины вследствие изменения направления поляризации лучей. Однако данный эксперимент может также иметь квантовую интерпретацию, согласно которой в процессе изменения положений поляризаторов имеет место стирание и восстановление квантовой информации о пути прохождения фотонов через одно из плеч интерферометра. В случае сохранения информации о пути прохождения в поляризационной степени свободы фотоны ведут себя как частицы, и интерференция отсутствует. В случае стирания этой информации с помощью дополнительного поляризатора (также известного как явление квантового ластика [2]) – фотоны проявляют волновые свойства и интерферируют друг с другом.

Предполагается, что подобная квантово-информационная интерпретация интуитивно понятных классических результатов может способствовать более глубокому пониманию основ квантовой механики, созданию некоторого визуального образа поведения квантовых объектов, а также введению в современные технологии кодирования квантовой информации в различных степенях свободы фотона [3].

Литература

1. Де Бройль Л., Революция в физике / – М.: Атомиздат – 1965, – 151С.
2. Walborn S.P. et al. Double-Slit Quantum Eraser // Phys. Rev.A – 2002 – Vol. 65 – P. 033818.
3. Luo M.-X. et al. Quantum computation based on photons with three degrees of freedom // Sci. Rep. – 2016 – Vol. 6 – P. 25977.

PACS: 03.67.-a

Demonstration of Quantum Eraser Experiment with Classical Interference

Evgeniy Kiktenko, Evgeniy Vlasov,
Alexander Nazarov, Igor Zakoromny,
Dmitriy Malov, Boris Skuybin

*Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, 105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya 5;
e-mail: evgeniy.kiktenko@gmail.com*

The modification of classical experiment on observation of interference in Mach-Zender interferometer is considered. It allows illustrating an idea of wave-particle duality and role of erasing and restoring of quantum information

Keywords: quantum eraser, Mach-Zehnder interferometer.

УДК 539.1

ТУННЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ЧЕРЕЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ БАРЬЕР

Дин Чер Ким¹, Виктор Иванович Карпухин²

^{1,2}630090, Новосибирск, ул. Пирогова 11/1, СУНЦ НГУ;
e-mail: ¹dck@osmf.ssc.ru, ²vkarpukhin@list.ru

Туннельный эффект лежит в основе многих явлений атомной и ядерной физики, физики твердого тела и сверхпроводников. Изучение туннельного эффекта в рамках курса общей физики затруднено не столько сложностью математического аппарата, сколько сложностью изготовления лабораторного оборудования для проведения физического эксперимента, отсюда их недоступность для многих вузов, не говоря уже о колледжах и школах. В данной работе разработана и изготовлена компактная надежная лабораторная установка по новой принципиальной электрической схеме для изучения проявления туннельного эффекта в туннельном диоде.

Ключевые слова: туннельный эффект, туннельный диод, вольтамперная характеристика, отрицательная дифференциальная проводимость.

Обзор литературы показал, что в России имеется всего один производитель НПО Учебной техники «ТУЛАНАУЧПРИБОР», выпускающий лабораторный модуль ФКЛ-5У для измерения ВАХ германиевого туннельного диода в динамическом режиме [1]. Самим изготовить аналогичный модуль, возможности нет хотя бы по той причине, что принципиальную электрическую схему основного «Блока согласования» производитель не приводит, даже в паспорте на модуль ФКЛ-5У. В работе [2] измерение ВАХ туннельного диода осуществляется при помощи двухканального вольтметра, реализованного на базе 16-битных аналогово-цифровых преобразователей. В пособии [3] МИРЭА имеется работа № 3 «Исследование вольтамперной характеристики туннельного диода», в которой практическая реализация осуществляется в программной среде LabVIEW с помощью инструментальных средств компании NI.

При измерении характеристик туннельного диода на участке отрицательного дифференциального сопротивления диод самовозбуждается, что вызывает искажения. По этой причине снятие падающего участка характеристики ТД в радиотехнической цепи с туннельным диодом связано с определенными трудностями, вызванными необходимостью выполнения условий устойчивости схемы, содержащей элемент с отрицательной дифференциальной проводимостью. Схема работает устойчиво при условии, что $R_{ист} < R_{min}$, где $R_{ист}$ – внутреннее сопротивление источника питания, R_{min} – минимальное значение модуля отрицательного дифференциального сопротивления туннельного диода. Практически не просто меньше, а значительно меньше. Так как R_{min}

для большинства туннельных диодов меньше 10 Ом, выполнение условия устойчивости вызывает затруднения.

Целью данной работы являются создание аналогового блока согласования источника питания с туннельным диодом, который бы не приводил к самовозбуждению диода, снятие его ВАХ на осциллографе для дальнейшего изучения проявления туннельного эффекта в туннельном диоде.

Разработан и изготовлен аналоговый блок подавления паразитной генерации туннельного диода на падающем участке ВАХ и оформлен в виде компактного прибора «Туннельный эффект». Снятая на приборе ВАХ приведена на рис. 1. Анализ осциллограммы показывает отсутствие высокочастотного скачка тока и незначительный низкочастотный скачок в минимуме тока, который составляет 15% от тока в максимуме.

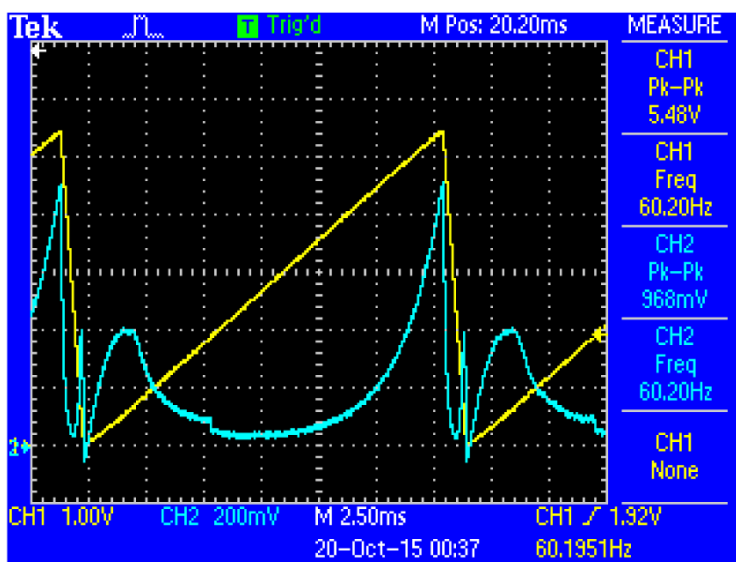


Рисунок 1. Осциллограмма ВАХ туннельного диода AI306K.

На рис. 3.5 работы [3] приведена осциллограмма вольтамперной характеристики диода AI101, снятая на кафедре Информационных систем МИРЭА. Анализ этой осциллограммы показывает, что на падающем участке ВАХ присутствуют оба скачка тока. Первый скачок равен 0.5 мА, второй – 0.7 мА. Второй скачок составляет 33% от максимума тока. В работе [2] осциллограммы ВАХ, к сожалению, не приводятся, поэтому судить о качестве снятой характеристики с помощью двухканального цифрового вольтметра и программируемого источника тока/напряжения и последующей обработки в среде LabWindows CV8.1 (National Instruments) не представляется возможным.

Полученные нами результаты количественно и качественно превосходят результаты измерений работы [3] с помощью инструментальных средств компании NI и последующей их обработки в виртуальном приборе лабораторной станции NI ELVIS.

Данная лабораторная работа предоставляет возможность заглянуть в микромир, «почувствовать» его квантовую природу, и стимулирует научную активность студентов и школьников [4].

Литература

1. ФКЛ-5. Лабораторная работа. Изучение туннельного эффекта с помощью полупроводникового туннельного диода / «ТУЛАУЧПРИБОР». Тула, 2011. 28 с.
2. Глушков В.В. Туннелирование электронов в вырожденном p - n -переходе: Лабораторная работа No. 18 // М.: МФТИ, 2008. – 30 с.
3. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В. LabVIEW: Практикум по аналоговой и цифровой электронике: Лабораторный практикум / МИРЭА. – М., 2009. – 132 с. ISBN 978-5-7339-0660-7.
4. Бедарев Е.В., Карпукхин В.И., Палаткин Н.Ю., Прокопенко Я.Г., Чижик Г.С. Туннелирование электронов через потенциальный барьер. / Материалы 54 МНСК (школьная секция). НГУ, Новосибирск, С. 20, 2016.

PACS: 01.50.Pa

Tunneling of Electrons through a Potential Barrier

D.Ch. Kim, V.I. Karpukhin

*Special Education Science Center of Novosibirsk State University, Russia,
630090, Pirogova str, 11/1; e-mail: dck@osmf.ssc.ru, vkarpukhin@list.ru*

The tunnel effect is the cornerstone of many phenomena of atomic and nuclear physics, solid-state physics and superconductors. The study of tunnel effect within course of the general physics is complicated not so much by complexity of mathematical apparatus, how many complexity of manufacture of laboratory equipment for carrying out physical experiment, their unavailability to many higher education institutions, not to mention colleges and schools from here. In this operation compact reliable laboratory installation according to the new circuit diagram for study of manifestation of tunnel effect in the tunnel diode is developed and made.

Keywords: tunnel effect, Tunnel diode, volt-ampere characteristic, negative differential conductivity.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ И ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ НИЯУ МИФИ

Николай Альбертович Клячин, Алексей Юрьевич Матрончик,
Елена Владимировна Хангулян

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
115409, Москва, Каширское ш., 31; e-mail: nklyachin@mephi.ru,
matronchik2004@mail.ru, EVKhangulyan@mephi.ru

В докладе приводятся примеры использования современного физического и мультимедийного оборудования в лекционных демонстрациях и лабораторном практикуме кафедры общей физики НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: лекционные демонстрации, физический практикум, программное обеспечение.

Использование компьютеров и смартфонов в лабораторном физическом практикуме может удовлетворить требованиям настоящего, а во многом, и завтрашнего дня к лабораторной базе курса общей физики в технических университетах. В рамках создания научно-образовательного центра по курсу общая физика в НИЯУ МИФИ [1] проводится модернизация, как технического оснащения лабораторий и демонстрационного кабинета, так и программного обеспечения физических установок.

В связи с этим, во-первых, возникает проблема выбора современных, надежных и экономичных средств измерения и обработки данных лабораторного эксперимента. Для достижения указанных целей можно использовать различные аппаратно-программные средства автоматизации измерений, диагностики, управления и моделирования. Решением поставленной задачи может стать система измерения и обработки данных CONNECTED SCIENCE SYSTEM (CSS), реализованная в устройстве LABQUEST 2 с набором из более 70-ти датчиков от Vernier Software & Technology [2]. Устройство представляет собой специализированный планшет с соответствующим программным обеспечением. В данной работе рассматривается пример использования российского программного обеспечения «PowerGraph» (без дополнительных модулей) в лабораторной работе «Изучение спектра натрия» физического практикума 5 семестра кафедры общей физики НИЯУ МИФИ. При этом для регистрации сигнала задействуется встроенная в персональный компьютер звуковая карта [3].

Во-вторых, подавляющее большинство студентов имеют собственные мобильные устройства: планшеты и смартфоны, и поэтому планируется применять эти мощные персональные компьютеры на всех этапах учебного процесса: в теоретической подготовке; для выполнения домашних заданий; при подготовке к выполнению лабораторных работ; для виртуального моделирования; для измерения физических величин; фото и видеосъёмки установки, приборов, лабораторного журнала; сохранения результатов измерений, их последующей обработки; представления результатов измерений и всей работы преподавателю по беспроводным каналам связи (Wi-Fi, Bluetooth).

В-третьих, новые лекционные демонстрации по электричеству, оптике и атомной физике требуют современного мультимедийного и физического оборудования, необходимого для модернизации демонстрационного кабинета кафедры общей физики.

Литература

1. Долгов А.Н., Елютин С.О., Игнатов В.Н., Клячин Н.А., Матрончик А.Ю., Мещерин Б.Н., Муравьёв-Смирнов С.С., Пентегова М.В., Фёдоров В.Ф., Хангулян Е.В. Физическое образование в вузах. Т. 19, № 2, 2013, С. 61-73.
2. <http://www.vernier.com/support/connected-science-system/>
3. Клячин Н.А., Матрончик А.Ю., Хангулян Е.В. Физическое образование в вузах. Т. 22, № 3, 2016, С. 63-70.

PACS 01.55.+b

Improving the Lecture Demonstrations and the Laboratory Lessons of the Department of General Physics of MEPHI

N.A. Klyachin, A.Yu. Matronchik, E.V. Khangulyan

*National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute),
Kashirskoe shosse 31, Moscow, 115409, Russia;
e-mail: nklyachin@mephi.ru, matronchik2004@mail.ru, EVKhangulyan@mephi.ru*

The report provides examples of the use of modern physical and multimedia equipment in lecture demonstrations and laboratory practice of the Department of General Physics of MEPHI.

Keywords: lecture demonstrations, physical workshop and software.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ТАЛБОТА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ДИАПАЗОНЕ

Маргарита Петровна Крикунова, Валерия Максимовна Перебасова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5
Студенческая экспериментальная лаборатория физики;
e-mail: margycka@mail.ru, lerochka271095@gmail.com

В данной статье рассматривается эффект Талбота в ультразвуковом диапазоне. Создана экспериментальная установка для изучения данного эффекта. В результате исследований продемонстрировано существование эффекта Талбота в данном диапазоне волн.

Ключевые слова: эффект Талбота, ультразвуковой диапазон, экспериментальная установка, лабораторная работа.

Эффект Талбота – это явление периодического самовоспроизведения изображения объекта при освещении плоской монохроматической волной без использования фокусирующих/преломляющих оптических приборов, на некотором расстоянии от предмета. [1] Значение этого расстояния (Талбота) связано с периодом решетки d и длиной волны λ следующим образом:

$$L_T = \frac{2d^2}{\lambda}.$$

Проверка эффекта Талбота представляет интерес не только в электромагнитном диапазоне, но и на ультразвуковых частотах.

Для исследования эффекта Талбота в ультразвуковом диапазоне частот была создана экспериментальная установка. Она состоит из одномерной дифракционной решетки 20 x 20 см с периодом $d = 16$ мм, источника ультразвуковых волн и приемника. Излучатель генерирует монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = v/\nu = 0,82$ см, на частоте $f = 40$ кГц и располагается в фокусе сферического зеркала, отражающего ультразвуковые лучи. Приемник может плавно перемещаться в двух направлениях: по оси перпендикулярной распространению волны, так и по оси вдоль распространения волны.

Были проведены теоретические расчеты расстояния Талбота. В ходе экспериментов, на расстоянии Талбота наблюдалось воспроизведение картины, полученной при перемещении детектора вблизи решетки. На расстоянии, соответствующем половине длины Талбота, была получена картина с фазовым сдвигом,

равным половине периода дифракционной решетки, что соответствует теоретическому описанию эффекта. Таким образом, результаты экспериментов доказывают наличие эффекта Талбота в ультразвуковом диапазоне.

Положительные результаты исследования позволяют использовать экспериментальную установку для проведения лабораторных работ в СЭЛФ МГТУ им. Баумана. Установка является наглядной иллюстрацией эффекта Талбота.

Литература

1. *Смирнов, Е.В., Скуйбин, Б.Г., Мартинсон, Л.К.* Эффект Тальбота. I. Дифракция на одномерных решетках. // Физическое образование в вузах. – Т. 20. – № 2. – 2014 – С. 110.
2. *Talbot H.F.* Facts relating to optical science. // *Philosophical Magazine*, vol. 9, 1836, p. 401-407.
3. *Rayleigh.* On copying diffraction gratings and on some phenomenon connected therewith. // *Philosophical Magazine*, vol. 11, 1881, p. 196-205.

PACS: 42.25.Fx, 42.30.Kq, 42.79.Dj

The Research of the Talbot Effect in the Ultrasonic Range

Margarita Krikunova, Valeriia Perebasova

107005 Russian Federation, Moscow, 2-nd Baumanskaya str., 5, BMSTU

Student experimental laboratory of physics;

e-mail: margycka@mail.ru , lerochka271095@gmail.com

In this article Talbot effect in ultrasonic range is described. The existence of Talbot effect in this wave range was experimentally demonstrated. Agreement of experimental results and theoretical predictions were shown.

Keywords: Talbot effect, ultrasonics, experimental setup, laboratory work.

УДК 372.853, 316.772.5

ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ООО «НАУЧНЫЕ РАЗВЛЕЧЕНИЯ» НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ ИМЕНИ В.А. ФАБРИКАНТА ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Сергей Владимирович Григорьев¹, Людмила Григорьевна Лапина¹,
Ольга Владимировна Петрова¹, Олег Александрович Поваляев²,
Сергей Васильевич Хоменко²

¹«НИУ МЭИ», кафедра физики имени В.А.Фабриканта
111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14; e-mail: elecslab@gmail.com,
lglapina@gmail.com, PetrovaOV@mpei.ru

²ООО «Научные развлечения», 115280, г. Москва, ул. Тюфелева Роща, д. 22, стр. 2;
e-mail: olegpovalyaev@gmail.com, khomenko331@mail.ru

В статье рассматриваются требования к современному лабораторному практикуму по физике для вузов, а также опыт использования оборудования фирмы «Научные развлечения» на кафедре физики им. В.А. Фабриканта «НИУ МЭИ».

Ключевые слова: современный лабораторный практикум, компьютеризация.

XXI-й век – это век стремительного развития новых технологий в сфере производства новых материалов, био- и нанотехнологий, микроэлектроники, информационных технологий. В таком технологически развивающемся мире возрастает роль преподавания физики не только как фундаментальной науки, на законах которой построен весь наш мир, но и как науки, являющейся основой множества прикладных направлений. Важная роль в совершенствовании преподавания курса физики принадлежит лабораторному практикуму.

Каким должен быть современный лабораторный практикум по физике? Очевидно, он должен быть связан с лекционным материалом, а также отвечать основной задаче, стоящей перед техническими университетами России, заключающейся в формировании инженерного корпуса, способного на создание и развитие высокотехнологичной инновационной экономики. Для этого необходимо использование лабораторного оборудования, включающего не только современные средства измерений, но и компьютерную обработку результатов измерений, включающую возможность построения таблиц, графиков, расчетов погрешностей. При этом, как нам видится, в лабораторном практикуме должен сохраниться классический физический эксперимент с возможностью «потрогать руками» элементы лабораторной установки, которые должны находиться в непосредственном доступе для экспериментатора. Для создания такого лабораторного практикума нужна техническая база, которой в наше время кафедра не располагает.

Всем перечисленным выше требованиям отвечает лабораторное оборудование ООО «Научные развлечения».

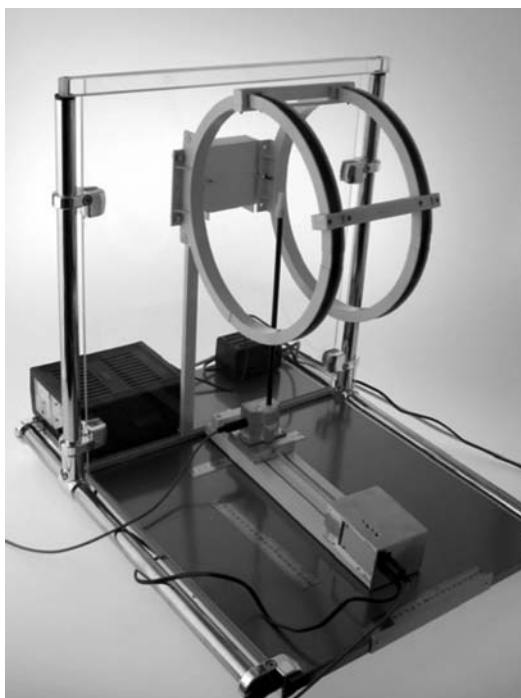


Рисунок 1. Внешний вид установки «Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца».

Сотрудничество кафедры физики имени В.А. Фабриканта и ООО «Научные развлечения» началось в 2012 году, когда была закуплена первая партия оборудования, и продолжается до сих пор. В общей сложности кафедра располагает 35 лабораторными установками производства ООО «Научные развлечения» почти по всем разделам физики.

Основой лабораторного практикума является традиционный физический эксперимент, как, например, проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера методом вращательных колебаний, исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца, определение длины световой волны методом Юнга, изучение законов внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка и многие другие. Для снятия экспериментальных данных все установки снабжены электронными датчиками и (или) веб-камерами. Обработка данных проводится при помощи нетбуков, на которых установлено соответствующее программное обеспечение.

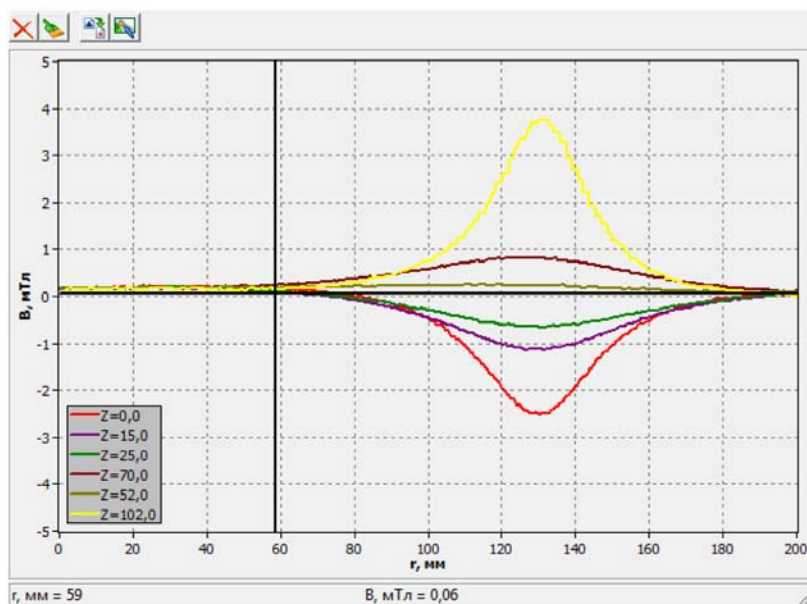


Рисунок 2. Серия графиков для радиальной составляющей индукции магнитного поля в лабораторной работе «Исследование магнитного поля в катушках Гельмгольца».

По заказу кафедры была разработана лабораторная установка «Измерение световой волны с помощью колец Ньютона», в которой лабораторный эксперимент состоит из двух частей: сначала определяется радиус кривизны линзы при помощи источника света с известной длиной волны, а затем по уже известному радиусу линзы определяется неизвестная длина волны второго источника излучения.

Как показывает опыт, студенты с удовольствием и интересом работают на установках компьютеризированного лабораторного практикума; для них важно, что установки имеют современный вид; при этом значительно уменьшается время на обработку результатов измерений, а также практически сразу после проведения эксперимента есть возможность оценить достоверность полученного результата. Однако есть и затруднения, которые испытывают студенты при выполнении работ практикума: в первую очередь, это нормировка длин отрезков при работе с веб-камерой. Решение этой проблемы мы видим в более детальном рассмотрении данного метода измерений в описаниях лабораторных работ.

Большая часть закупленных у фирмы «Научные развлечения» установок использовалась при проведении «Университетских суббот», «Дней открытых дверей», профориентационной практики школьников из подшефных школ, лицеев и гимназий, вызывая неизменный интерес к установкам и к самому предмету «физика».

По мнению кафедры, было бы неплохо унифицировать лабораторные установки по принципу «одна установка – несколько экспериментов». Для этого по возможности необходимо комплектовать каждую установку набором элементов, позволяющих разнообразить эксперимент. Это позволит индивидуализировать траектории обучения студентов, а также повысить вариативность обучения.

Хотелось бы отметить, что фирма ООО «Научные развлечения» ведет работу по модернизации учебного оборудования совместно с методистами Московского института открытого образования. Оборудование фирмы включено в поставочный перечень Министерства образования и науки по программе «Кабинет физики».

Литература

Федеральная целевая программа развития образования на 2016-2020 годы.

PACS: 01.40.gb, 01.50. Pa, 01.50.H, 07.07.Df

On Experience of Applying the Lab Practicum by “Nauchnie Razvlecheniya” at the MPEI’s Fabrikant Department of Physics

Sergey V. Grigoryev¹, Lyudmila G. Lapina¹,
Olga V. Petrova¹, Oleg A. Povalyaev²,
Sergey V. Khomenko²

¹«NIU MPEI», department of physics of V. A. Fabrikant
11250, Russian Federation, Moscow, Krasnokazarmennaya, 14;
e-mail: elecslab@gmail.com, lglapina@gmail.com, PetrovaOV@mpei.ru

² Company “Scientific Entertainment”,
Russian Federation, Moscow, Tyufelyeva Rocha, 22, str.2;
e-mail: olegpovalyaev@gmail.com, khomenko331@mail.ru

This article describes the requirements for modern lab practicum for high schools, as long as the experience of using the equipment of “Scientific Entertainment” company at the MPEI’s Fabrikant Department of Physics.

Keywords: modern lab practicum, computerization.

УДК 378.02:37.016

НОВАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ДЛЯ ВУЗОВ «ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ»

Виталий Васильевич Ларионов, Андрей Маркович Лидер,
Виктория Вячеславовна Пак, Георгий Николаевич Сотириади

Томский политехнический университет
Томск, 634050, Томск, пр. Ленина, 30; e-mail: lvv@tpu.ru

В докладе приводится описание лабораторной работы, которую можно применять в общем курсе физики, как в разделе «Механика», так и в разделе «Оптика» при оптимальном сочетании натурального, виртуального и вычислительного экспериментов, включая лабораторные работы с удаленным доступом.

Ключевые слова: лабораторная работа, анизотропия веществ, натурный эксперимент.

Важной особенностью проведения лабораторных работ является эффективное использование возможностей внедрения простых и легко (без существенных материальных затрат) установок, реализуемых непосредственно студентами. Опыт ТПУ и ТГУ, описанный в докладе, позволяет обучать студентов на основе общего курса физики по технологии CDIO, начиная с первого курса. Выполняя проектную работу, студенты учатся внедренческой деятельности, используя проектный потенциал физического практикума. Проектные умения [1, 2] представляют собой совокупность систематизированных знаний и умений личности, взглядов и убеждений, которые определяют функциональную готовность к творческому поисковому решению познавательных задач в форме инженерного предпринимательства. Это выражается в требовании готовить инженеров для тех разделов техники, которая еще только появится к моменту окончания вуза будущим специалистом. В связи с этим целесообразно так построить обучение физике, чтобы в этом процессе формировались проектные умения, необходимые любому инженеру. Эти умения имеют обобщенный характер, независимый от содержательной специфики проекта. Для изучения упругих свойств анизотропных тел на примере древесины, создана лабораторная установка, представленная на рисунке 1. Установка состоит из наклонной плоскости, по которой скатывается шар и ударяет в брусок, зажатый в тиски. В эксперименте брусок вырезают под разными углами (90° и 45°) для изучения упругих свойств древесины при разных направлениях волокон.

Предложенная работа позволяет изучить упругие свойства древесины при изменении разных комбинациях параметров. Для изучения свойств древесины можно использовать изотропные шары разных размеров и массы. Результатом проектной

работы является сконструированный прибор и его методическое описание. Прибор готов к эксплуатации в учебных лабораториях.

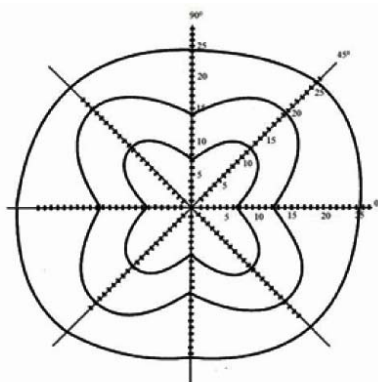


Рисунок 1. Внешний вид установки для изучения упругих свойств древесины (слева), зависимость величины отскока шара от угла поворота бруска (справа).

Литература

1. Ларионов В.В. Как учить студентов научному исследованию на занятиях по физике в техническом университете / В. В. Ларионов, В. В. Пак // Инновации в образовании. – 2014. – № 7. – С. 83–89.
2. Ларионов В.В. Проблемно-ориентированная система обучения физике студентов технических университетов: дис. д-ра пед. наук: 13.00.02 / В.В. Ларионов. – М., 2008. – 361 с.

PACS: 01.40.Fk

A New Device for High Schools “Study the Anisotropic Properties of Substances”

Vitalii Larionov, Andrey Lider, Victoria Pak, George Sotiriadi

*Tomsk Ppolytechnic University,
Tomsk, 634050, Tomsk, Lenin Ave., 30; e-mail: lvv@tpu.ru*

The report provides a description of the laboratory work, which can be used in a general physics course, as in the “Mechanics” and in the “Optics”, including laboratory work with remote access.

Keywords: device, anisotropic materials, natural experiment.

УДК 621.38:378.013

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ В УЧЕБНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Леонид Кириллович Митрюхин

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
428015, г. Чебоксары, Московский просп., д. 15; e-mail: L.Mitryukhin@mail.ru

В докладе приводятся пример применения экспериментальной базы научной лаборатории по исследованию электронно-атомных столкновений в учебном физическом практикуме по дисциплине «Физическая электроника».

Ключевые слова: физический практикум, использование научно-исследовательских лабораторий в учебном физическом практикуме.

В связи с сильным удорожанием учебно-лабораторного оборудования для проведения физических практикумов актуальным становится эффективное использование возможностей современных дорогостоящих научно-исследовательских лабораторий в учебном процессе. Это позволяет решить сразу несколько задач. Во-первых, студенты за несколько занятий проходят весь или часть пути, проделываемого ученым при проведении какой-то научной работы, что позволяет приобщить студентов к проведению научных исследований. Во-вторых, кроме экономии ресурсов это позволяет знакомить студентов с высокотехнологичной научной аппаратурой и привить навыки работы на ней.

В докладе приводится пример использования научно-исследовательской лаборатории по физике электронно-атомных столкновений [1] при проведении физического практикума по дисциплине «Физическая электроника» на кафедре общей физики Чувашского госуниверситета. На базе одной экспериментальной установки поставлены следующие учебные лабораторные работы: 1) Получение и измерение сверхвысокого вакуума; 2) Активировка оксидного катода; 3) Исследование характеристик электронной пушки; 4) Изучение 127° энергоанализатора электронов; 5) Исследование спектров потерь энергий электронов на атомах инертных газов; 6) Измерение энергетических зависимостей дифференциальных сечений рассеяния медленных электронов на атомах инертных газов. Последние две задачи можно разнообразить, задавая каждый раз разные газы с выходом на спектроскопию атомов и молекул. Детализация выполняемых в работах упражнений дается в описаниях к лабораторным работам. Экспериментальная установка позволяет изучать также резонансные явления при рассеянии электронов на атомах и молекулах, поскольку энергетическое разрешение спектрометра электронов не хуже $0,05$ эВ.

Задания по каждой лабораторной работе должны быть дозированы так, чтобы укладываться в рамках отведенных учебных часов по расписанию учебных занятий. В каждой ситуации это может быть определенная логически завершенная часть задачи, решаемой исследователем при проведении научных экспериментов на конкретной экспериментальной установке. В докладе обсуждаются особенности использования научно-исследовательских лабораторий в учебном физическом практикуме.

Литература

1. *Митрюхин Л.К.* Исследование дифференциальных сечений околопорогового возбуждения электронным ударом нижних уровней атомов инертных газов: диссертация ... кандидата физико-математических наук: 01.04.04 / Ужгород. гос. ун-т – Чебоксары, 1990. – 163 с.: Физическая электроника, 61 91-1/1211.

PACS: 01.40.Fk:34.80.Dp

Peculiar Properties the Using of Scientific-Research Laboratories in Educational Physical Workshop

Leonid Mitryukhin

*I.N. Ulianov Chuvash State University
428015, Cheboksary, Moskovskiy Ave., 15;
e-mail: L.Mitryukhin@mail.ru*

The report provides an examples of application of experimental base of scientific-research laboratories for the study of electron-atom collisions in a physical training workshop on the subject «Physical electronics».

Keywords: physical workshop, the using of scientific-research laboratories in educational physical workshop.

УДК 538.935

ПРАКТИКУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИБОРОВ С ГЕТЕРОСТРУКТУРАМИ

Валерий Иванович Индришенок, Евгений Филиппович Певцов

Московский технологический университет (МИРЭА)

119454, Россия, Москва, проспект Вернадского, 78; e-mail: indrishenok@mirea.ru,
pevtsov@mirea.ru

Изучение современных средств САПР является необходимым компонентом подготовки современных инженеров и исследователей по направлению «Электроника и микроэлектроника». На примере приборно-технологического моделирования НЕМТ продемонстрированы роль и место компьютерных экспериментов в изучении физики работы приборов с квантовыми эффектами, которые позволяют существенно сократить ресурсы и глубже понять процессы, обусловленные образованием двумерного электронного газа в гетероструктурах. В данной работе продемонстрированы постановка и реализация задачи изучения физики работы приборов с гетероструктурами, в частности, рассмотрено влияние концентрации легирующих компонентов на эффекты поляризации и характеристики AlGa_N/Ga_N транзисторов.
Ключевые слова: приборно-технологическое моделирование; hemt; гетероструктуры; твердотельные свч-приборы.

Введение. Поскольку натурные эксперименты в области твердотельной электроники требуют значительных материальных и временных ресурсов, их моделирование является практически единственным инструментом, не имеющим в рамках учебных программ университетов разумной альтернативы для детального анализа физики работы и технологии изготовления современных полупроводниковых приборов и элементов интегральных схем. Соответственно, в рамках проекта № 35 государственного задания № 2014/112 МОН, в программы дисциплин, изучаемых по направлению подготовки «Электроника и микроэлектроника» в Московском технологическом университете (МИРЭА) введены практические работы с использованием программной системы TCAD Sentaurus [1].

Физический модельный эксперимент. Содержание начального практикума по физическому эксперименту с использованием инструментов TCAD включает:

- Ознакомление с принципами формирования проекта моделирования в среде управляющей программы SWorkBench.
- Изучение структуры и языка командных файлов, сценариев для программных инструментов моделирования технологических процессов – SProcess, описания конструкции – SDeviceEditor и расчета электрических, тепловых и др. характеристик приборов – SDevice.

- Выполнение проекта для параметризованной модели конструкции прибора.
- Освоение приемов графического представления результатов моделирования, выявления зависимостей результатов от значений параметров.

Учитывая актуальность изучения физики работы современных твердотельных приборов на основе гетероструктур [2], объектом моделирования одного из учебных проектов принята модель полевого AlGaN/GaN транзистора. Пример конструкции транзистора, в основу работы которого положен эффект формирования двумерного электронного газа, показан рисунке 1.

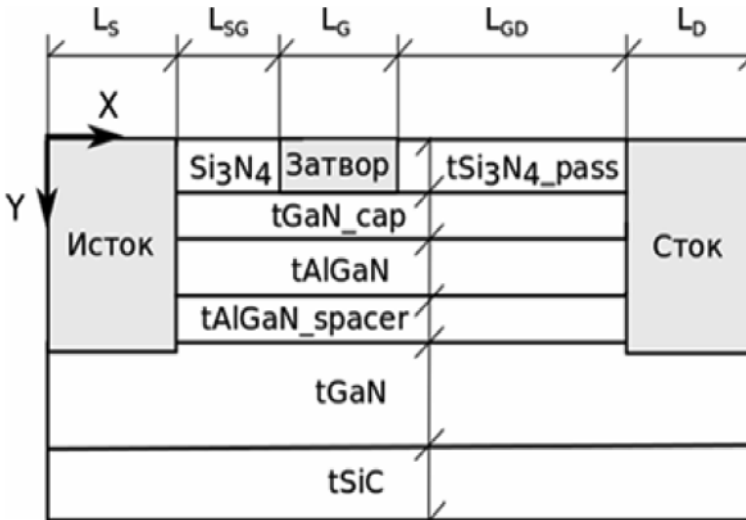


Рисунок 1. Структура AlGaN/GaN полевого транзистора.

На рисунке 2 приведено окно программы управления проектом с таблицей маршрута моделирования.

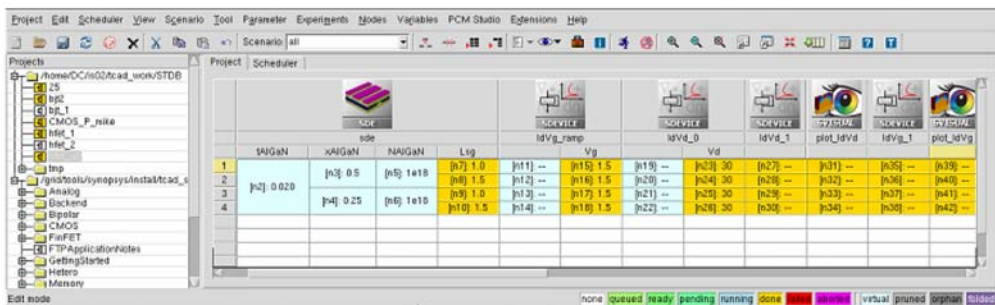


Рисунок 2. Окно программы управления проектом SWB.

В двух верхних заголовочных строках этой таблицы показаны значки инструментов моделирования и названия командных файлов. В третьей строке указаны имена параметров, значения которых приведены в расположенных ниже ячейках столбцов. Имена геометрических параметров модели соответствуют именам, указанным на рисунке 1. Параметры NAlGaN и $x\text{AlGaN}$ обозначают, соответственно, концентрацию доноров и мольный состав барьерного слоя.

На начальном этапе исследуется как состояния спонтанной и пьезоэлектрической поляризации барьерного слоя $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$, зависят от доли алюминия в его составе и как это влияет на характеристики таких приборов. Согласно модели, предложенной в работе [3], при псевдоморфном росте AlGaN на GaN с толщиной барьерного слоя AlGaN более 15 нм концентрация носителей имеет квадратичную зависимость от мольного содержания Al в AlGaN .

Моделирование структур с гетеропереходами и соответствующие расчеты в частности, основываются на обобщении диодной теории Шокли (модель Андерсона) и специальных моделях процесса переноса заряда в гетеропереходах, учитывающих рекомбинацию носителей через поверхностные состояния, туннелирование и оба эффекта одновременно. При этом спонтанная поляризация определяется не абсолютным значением дипольного момента, усредненного по объему, а разностью поляризаций двух различных состояний системы, причем значение макроскопической поляризации определяет также пьезоэлектрическая поляризация, возникающая из-за несоответствия параметров решеток на гетерограницах. Как иллюстрация результатов выполнения проекта на рисунке 3 приведены выходные характеристики полевого транзистора с различным мольным составом материала барьерного слоя.

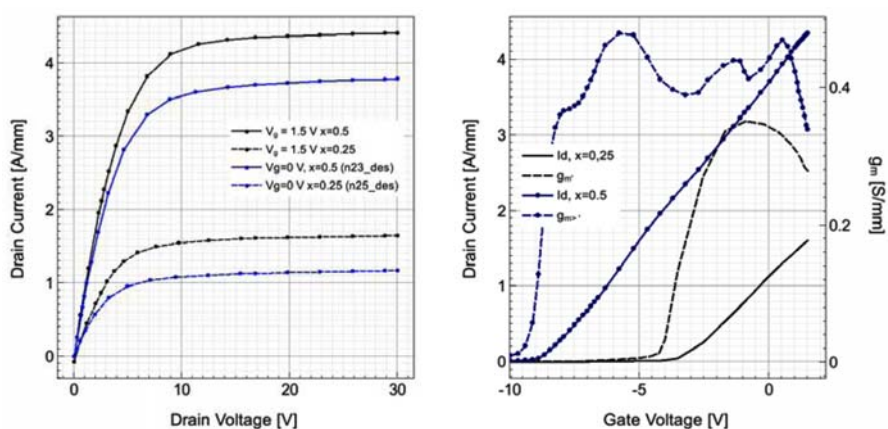


Рисунок 3. Выходные и передаточные характеристики транзисторов с различным содержанием Al_x в барьерном слое ($x=0,25$ и $0,5$).

Выводы. Достигнутая цель выполненной работы – в специальных разделах физических курсов дать необходимые навыки для исследований нанотранзисторов, заложить основы для применения в профессиональной деятельности проектирования новых приборов и интегральных схем на их основе.

В результате освоения соответствующего практикума студенты и аспиранты приобретают навыки работы с современными инструментами приборно-технологического физического моделирования (TCAD), существенно расширяющими их профессиональные возможности и позволяющими детально исследовать эффекты, принципиально важные для понимания физики работы НЕМТ. В частности, краевые коротко-канальные эффекты, эффекты бесстолкновительного квази-баллистического переноса, процессы туннелирования и надбарьерного прохождения электронов через сверхкороткий «закрытый» транзисторный канал и другие.

Литература

1. www.synopsys.com/tools/tcad.
2. Кузй П. Электроника на основе нитрида галлия // М.: Техносфера, 2011. – 592 с.
3. Ambacher O., Majewski J., Miskys C., Link A, Hermann M., Eickhoff M., Stutzmann M, Bernardini F., Fiorentini V., Tilak V., Schaff B., Eastman L.F. Pyroelectric properties of Al(In)Ga_N/Ga_N hetero- and quantum well structures, *Journal of Physics: Condensed Matter* 14, p.3399, 2002.

PACS: 84.40.Lj, 01.40.gb

The Study of Devices with Heterostructure

V.I. Indrishenok, E.Ph. Pevtsov

MIREA, 78, pr. Vernadskogo, Moscow, 119454, Russia

E-mail: indrishenok@mirea.ru, pevtsov@mirea.ru

The study of modern CAD tools is a necessary component of training of modern engineers and researchers in the direction of “electronics and microelectronics”. For example, the instrument-technological simulation of HEMT demonstrated the role and place of computer experiments to study the physics of operation of devices with quantum effects, to better understand the processes caused by the formation of two-dimensional electron gas in heterostructures. In particular, in the example in this working example demonstrated a design and implementation study the effect of concentration of the alloying elements on the polarization effects and the characteristics of AlGa_N/Ga_N devices.

Keywords: technology computer aided design; hemt; heterostructures; solid-state microwave devices.

УДК 53.07+372.853

СОВРЕМЕННЫЕ РОССИЙСКИЕ СПЕКТРОМЕТРЫ В ВУЗОВСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Олег Александрович Поваляев¹, Сергей Васильевич Хоменко¹,
Наиль Кутдусович Ханнанов², Максим Наилевич Ханнанов²

¹ООО «Научные развлечения», 115280, г. Москва, ул. Тюфелева Роща, д. 22, стр. 2;
e-mail: olegpovalyaev@gmail.com, khomenko331@mail.ru

²ООО «ИнСпектр», 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика
Осипьяна, д. 2; e-mail: khann@dio.ru, maxim.khannanov@enspectr.com

В работе показаны возможности использования портативных решеточных спектрометров с регистрацией на компьютере спектров излучения, поглощения, люминесценции и комбинационного рассеяния для постановки работ физико-химической направленности в вузовском практикуме.

Ключевые слова: преподавание физики, физический эксперимент, спектрометр, компьютер.

Спектральные методы изучения веществ давно заняли прочное место в исследовательской деятельности. Создание компактных устройств для измерения спектров привело к их использованию для решения инженерно-технологических задач неразрушающего контроля состава веществ. В вузовском практикуме по общей физике ознакомление со спектроскопией ведется, чаще всего, с использованием призмных спектрометров, имеющих ряд недостатков (габариты, «ручная» калибровка, получение информации только о длинах волн излучения). Между тем в реальной практике уже давно используются приборы на основе дифракционной решетки и чувствительной цифровой матрицы с обработкой спектров на основе ИКТ технологий.

Использование таких спектрометров в лабораторной практике студентов позволило бы не только сформировать у них представление о спектре как распределении интенсивности излучения (поглощения) по длинам волн, но и существенно приблизить работы практикума к реальным инженерно-технологическим задачам. С этой целью нами разработаны простые в эксплуатации, не имеющие подвижных частей, сопряженные с компьютером портативные спектрометры для измерения спектров излучения, поглощения, отражения, люминесценции и рамановского рассеяния.

На их основе разработаны лабораторные установки для проведения как традиционных работ вузовского практикума (спектр водорода, закон Бугера-Ламберта-Бера), так и работ, трудно реализуемых без таких спектрометров (закономерности фотолюминесценции, идентификация твердых веществ по спектру пламени, взаимосвязь закономерностей излучения светодиодов с их вольтамперной характеристикой,

ознакомление с возможностями спектроскопии комбинационного рассеяния для изучения наноструктур, идентификации веществ и т.п.).

Доклад посвящен обзору данных работ.

PACS: 01.50.Pa, 01.50.Lc, 07.60.Rd, 07.60.Vg, 42.65.Dr 33.50

Modern Russian Spectrometers in University Workshop

Oleg A. Povalayev¹, Sergey V. Homenko¹,
Nail K. Hannanov², Maxim N. Hannanov²

¹ “Scientific entertainment” company,
115280, Moscow, UL. Tufelva Grove, d., 22;
e-mail: olegpovalyaev@gmail.com, khomenko331@mail.ru

² Company “InSpektr”,
142432, Moscow region, Moscow, UL. Academician Osip’ana, 2;
e-mail: khann@dio.ru, maxim.khannanov@enspectr.com

The possibility of portable grating spectrometers use in high school practical course is discussed. Emission, absorption, fluorescence and Raman scattering spectra measuring, its computer data processing allow recommending these spectrometers to use in student training experiments on physics, chemistry and biology and their research activity.

Keywords: teaching physics, physical experiment, spectrometer, computer.

КОМПЛЕКТОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ В КЛАССИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Андрей Иванович Скворцов

Казанский федеральный университет, Институт физики
Казань, 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail: anivskvor@gmail.com

На опыте создания и эксплуатации в Казанском федеральном университете анализируются особенности комплектования и использования современного лабораторного практикума по физике. Обращается внимание на преимущества комплексного подхода к созданию практикумов для всего периода обучения в бакалавриате. Анализируются получаемые эффекты в развитии студентов.

Ключевые слова: лабораторный физический практикум, курс общей физики.

Важнейшей составляющей образования в области инженерных и естественнонаучных направлений подготовки является наличие современных качественных лабораторных практикумов. В докладе описывается опыт создания и эксплуатации системы практикумов для бакалавриата в Казанском федеральном университете, возникающие проблемы и получаемые эффекты.

Узловой элемент системы практикумов – практикум по общей физике для младших курсов бакалавриата (6 семестров для физических специальностей). В 2011 году в Институте физики КФУ была полностью заменена его аппаратная база.

При проектировании учитывались:

- принцип «от простого к сложному»;
- необходимость дальнейшего развития экспериментальных навыков на старших курсах бакалавриата и в магистратуре;
- необходимость широты охвата тем курса;
- необходимость широкого спектра уровней сложности задач;
- широкие возможности для самостоятельной сборки установок;
- необходимость адекватного задачам использования компьютеров;
- надежность и безопасность техники;
- возможности модернизации.

На основании более чем годового анализа продукции, более чем 10 фирм было выбрано и приобретено оборудование Leybold Didactic (Германия). Комплектование шло по принципу создания рабочих мест, объединенных идеями задач и дорогостоящими узлами установок. Это позволило с одной стороны удешевить цену, с другой – предоставить возможности для творчества студентов при создании установок.

Опыт пятилетней эксплуатации выявил:

- коренные изменения в отношении вчерашних школьников к лабораторному практикуму: восприятие его как инструмента решения физических задач;
- коренные изменения в отношении к компьютерной технике: восприятие компьютера как инструмента натурального экспериментального исследования;
- надежность и безопасность оборудования;
- необходимость построения по сходным признакам практикумов для старших курсов бакалавриата.

Были закуплены и внедряются в учебный процесс практикумы по фотонике, физике твердого тела, автомобилестроению, а также практикумы для подшефных лицеев. В докладе обсуждаются цели и задачи функционирования и этих элементов построенной системы.

PACS: 01.50.Lc, 01.50.Pa, 01.55.+b

The Development and Exploitation of the Modern Laboratory Physical Practicum in the University

Andrei Skvortsov

*Kazan Federal University, Institute of physics,
Kazan, 420008, Kazan, Kremlevskaja Str., 18;
e-mail: anivskvor@gmail.com*

Features of the development and exploitation of the modern laboratory physical practicum based on the experience of the Kazan federal university are discussed. The importance of the integrated approach to the equipment acquisition is noted. The learning effect is analyzed.

Keywords: laboratory physical experiments, general physics course.

УДК 535.41(778.38)

О СОТРУДНИЧЕСТВЕ КАФЕДР ФН4 И ИУ7 МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА ПРИ ПОСТАНОВКЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ В СТУДЕНЧЕСКОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ (СЭЛФ)

Андрей Николаевич Морозов, Игорь Владимирович Рудаков,
Татьяна Николаевна Романова, Борис Георгиевич Скуйбин,
Григорий Александрович Щетинин

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 105005, 2-я Бауманская, 5; e-mail: amor59@mail.ru, irudakov@yandex.ru,
rtn.51@mail.ru, bgscuibin@yandex.ru, gashetin@yandex.ru

В докладе описан опыт сотрудничества кафедр МГТУ им. Баумана ФН4 и ИУ7 в постановке ряда компьютерных лабораторных работ. Студенты кафедры ИУ7, изучающие физику в СЭЛФ, получили возможность имитировать физический эксперимент на компьютере и создать новые, актуальные, компьютерные лабораторные работы.

Ключевые слова: компьютерная лабораторная работа, электростатические поля, эффект Тальбота, сокрытие информации.

Многолетнее сотрудничество кафедр ФН4 и ИУ7 МГТУ им. Н.Э. Баумана привело к созданию ряда компьютерных лабораторных работ, позволяющих студентам представить сложные физические процессы до проведения физического эксперимента, порою заменяя его. Студентами кафедры ИУ7, изучающими физику в СЭЛФ, поставлен ряд компьютерных (модельных) задач по следующим направлениям:

1. Для изучения электростатического поля студентами решена задача отображения координат точек равного потенциала на экране компьютера и построения эквипотенциальных и силовых линий. Это позволяет студентам сосредоточиться на изучении полей, как однородных, так и сильно градиентных. Студентом Кузнецовым Н.В. (каф. ИУ7) создана демонстрационная установка [1].

2. Для исследования длины когерентности световых источников в СЭЛФ создана установка на базе интерферометра Майкельсона, позволяющая измерять длины когерентности от микронов до 1 метра. В этот диапазон входит большинство источников света. Студентом ИУ7 Криволаповым В.В. создана компьютерная модель, позволяющая определять длину когерентности для лазеров с очень узкой спектральной линией.

3. При изучении эффекта Тальбота очень полезно познакомиться с одномерными и двумерными изображениями периодических структур в рамках компьютерной модели. Такая модель была создана студентом ИУ7 Щетининым Г.А. Им же была

создана трехмерная модель ковра Тальбота [2], а также разработан новый метод сокрытия информации, позволяющий скрыть сам факт передачи секретной информации по сети [6].

4. Студентом ИУ7 Неустроевым А.Л. был создан компьютерный симулятор динамики формирования дифракционной картины при прохождении одиночных квантовых объектов через щель и лабораторная работа.

Литература

1. Кузнецов Н.В., Романова Т.Н. Сканер электростатического поля. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы девятнадцатого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2016, с. 239-24.
2. Романова Т.Н., Скуйбин Б.Г., Щетинин Г.А. Трехмерный программный симулятор физического эксперимента «ЭФФЕКТ ТАЛБОТА». Труды восьмой Всероссийской конференции «Необратимые процессы в природе и технике», часть 3, Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 27-29 января 2015 г., с. 226-2.

PACS: 07.05.Bx

About the Cooperation of the FN4 and IU7 Departments of the Bauman State Technical University, Moscow in the Statement Formulation of Laboratory Works in the Student Experimental Laboratory of Physics (SELF)

Andrey Morozov, Igor Rudakov, Tatyana Romanova,
Boris Skuybin, Grigory Shchetinin

107005 Russian Federation, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5, BMSTU;
e-mail: amor59@mail.ru, irudakov@yandex.ru, rtn.51@mail.ru, bgscuibin@yandex.ru,
gashetinin@yandex.ru

The report describes the experience of cooperation of the FN4 and IU7 departments of the Bauman State Technical University in the formulation of a number of computer laboratory works. The IU7 department students while studying physics at SELF, had the opportunity to simulate physical experiment on the computer and create a new, relevant, computer laboratory works.

Keywords: computer laboratory works, electrostatic fields, the Talbot effect, information hiding.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ СПЕКТРОВ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛА РУБИНА И ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

Владимир Семенович Горелик*, Савелий Сергеевич Жаров,
Александр Владимирович Жук, Борис Георгиевич Скуйбин,
Виктор Алексеевич Федосов, Евгений Сергеевич Шкарупелов

*Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН
119991 Москва, Ленинский пр., 53; e-mail: gorelik@sci.lebedev.ru
МГТУ им. Н.Э. Баумана, СЭЛФ
105005 Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., 5; e-mail: falloutboy95@rambler.ru,
aldrzhuk@gmail.com, bgscuibin@yandex.ru, fedosov.vitya@gmail.com,
avatar_19045@mail.ru

В докладе приводятся результаты исследования температурной зависимости спектров фотолюминесценции кристалла рубина и фотонного кристалла. Описывается созданная установка.

Ключевые слова: фотолуминесценция, фотонный кристалл, рубин, элемент Пельтье, спектральная зависимость.

Для исследования температурной зависимости флуоресценции рубина и фотонных кристаллов была собрана экспериментальная установка с холодильной камерой на базе ячейки Пельтье с водяным охлаждением. Приводится описание установки и ее технические характеристики. Данная установка применялась для исследования температурной зависимости спектров фотолюминесценции кристалла рубина. Сняты спектры фотолюминесценции кристаллов рубина при различных временных задержках и при различных температурах исследуемого образца. Установлено, что среднее смещение длины волны основного пика интенсивности фотолюминесценции в рубине при понижении температуры до $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ составило 0,8 нм. При этом интенсивность этого пика возрастает примерно на 50%. В результате проведенных экспериментов было обнаружено, что, кроме основной полосы фотолюминесценции рубина, наблюдаются дополнительные составляющие – стоксовы и антистоксовы полосы. При уменьшении температуры интенсивность стоксовых спутников увеличивалась, а антистоксовых – уменьшалась. [2] Аналогичные закономерности для стоксовых и антистоксовых спутников наблюдались ранее для наноструктур CdSe/ZnSe [3]. Показана возможность температурного управления характеристиками фотолюминесценции рубина, что может быть использовано в применениях лазера на рубине при проведении оптических исследований.

В докладе приводятся исследования температурной зависимости спектров фотолюминесценции фотонного кристалла. Работа проводилась в студенческой экспериментальной лаборатории физики (СЭЛФ) МГТУ им. Н.Э. Баумана и в лаборатории люминесценции Физического института им. П.Н. Лебедева РАН.

Литература

1. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике: для инженеров и студентов ВУЗов. Изд 4-е, перераб. М.: Наука - Главная редакция Физико-математической литературы, 1968. 417 с.
2. Ципун А.В., Жук А.В., Жаров С.С., Федосов В.А., Шкарупелов Е.С. Исследование температурной зависимости спектров фотолюминесценции кристалла рубина М.: Молодежный научно-технический вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015, 11 с.
3. Валах М.Я., Стрельчук В.В., Семёнова Г.Н., Садофьев В.Г. Физика твёрдого тела в 56Т. Т. 46. Вып. 1. 2004. 751 с.

PACS: 78.60.Lc

Study of the Temperature Dependence of the Spectra Photoluminescence of A Ruby Crystal, and a Photonic Crystal

Vladimir Gorelik

(Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Science, Moscow),

Saveliy Zharov, Alexander Zhuk, Boris Skuybin,
Viktor Fedosov, Evgeniy Shkarupelov
*(Bauman Moscow State Technical University, SELF,
Russia, 105005, Moscow, Baumanskaya 2-ya Ave., 5),
e-mail: falloutboy95@rambler.ru*

The report provides results of the physical research of the temperature dependence of spectrum photoluminescence of ruby and photonic crystal. The experimental set-up is described.

Keywords: photoluminescence, photon crystal, ruby, Peltier element, spectral dependence.

УДК 674.047

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАГООБМЕНА КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ТЕЛ

Николай Владимирович Скуратов, Игорь Витальевич Сапожников,
Дмитрий Александрович Самойленко

Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана
141005 Мытищи, 1-я Институтская, 1; e-mail: skuratov@mgul.ac.ru, gosha@mgul.ac.ru,
samoilenko@mgul.ac.ru

Создан лабораторный стенд для исследования влагообмена капиллярно-пористых тел в контролируемой воздушной среде. При проведении эксперимента фиксируется изменение массы опытного образца и по оригинальной методике измеряется влаго-содержание на его поверхности. Полученные экспериментальные данные позволяют рассчитать коэффициенты влагообмена, характерные для исследуемых процессов.

Ключевые слова: капиллярно-пористое тело, влагосодержание, влагообмен, коэффициент влагообмена.

В процессе низкотемпературной термовлажностной обработки капиллярно-пористых тел внутренний влагоперенос происходит, главным образом, благодаря градиенту влагосодержания. Скорость внутреннего переноса характеризуется коэффициентом влагопроводности, которых зависит от многих факторов. Интенсивность переноса на поверхности тела определяется условиями влагообмена. Для большинства низкотемпературных влагообменных процессов справедливы граничные условия 3-го рода [1]. Они гласят, что плотность потока влаги на поверхности пропорциональна разности между поверхностным и равновесным влагосодержанием, а коэффициентом пропорциональности является коэффициент влагообмена. Зная плотность потока влаги, поверхностное и равновесное влагосодержание, из этого соотношения можно вычислить коэффициент влагообмена.

В данной работе реализован новый способ измерения поверхностного влагосодержания капиллярно-пористых тел. Его величина определяется как равновесное влагосодержание воздуха в тонком пограничном слое над поверхностью образца. Измерение температуры и относительной влажности воздуха в микрообъеме у поверхности образца осуществляется с помощью миниатюрного датчика Sensirion SHT20, размером 3x3x1,1 мм.

Лабораторный стенд представляет собой климатическую камеру, оснащенную системой автоматического регулирования параметров среды, весовым устройством для фиксации изменения массы экспериментального образца и манипулятором с закрепленным на нем датчиком Sensirion SHT20. Перед проведением эксперимента образец подвешивают в весовом устройстве. Затем в предварительно прогретой камере

устанавливают заданные температуру, относительную влажность и скорость циркуляции воздуха. В ходе эксперимента регистрируется изменение массы образца, а датчик с помощью манипулятора периодически прижимают к образцу на 3-3,5 мин для измерения параметров воздуха в микрообъеме. Результаты одного из экспериментов с образцом из древесины березы размерами 8x60x400 мм показаны на рис. 1.

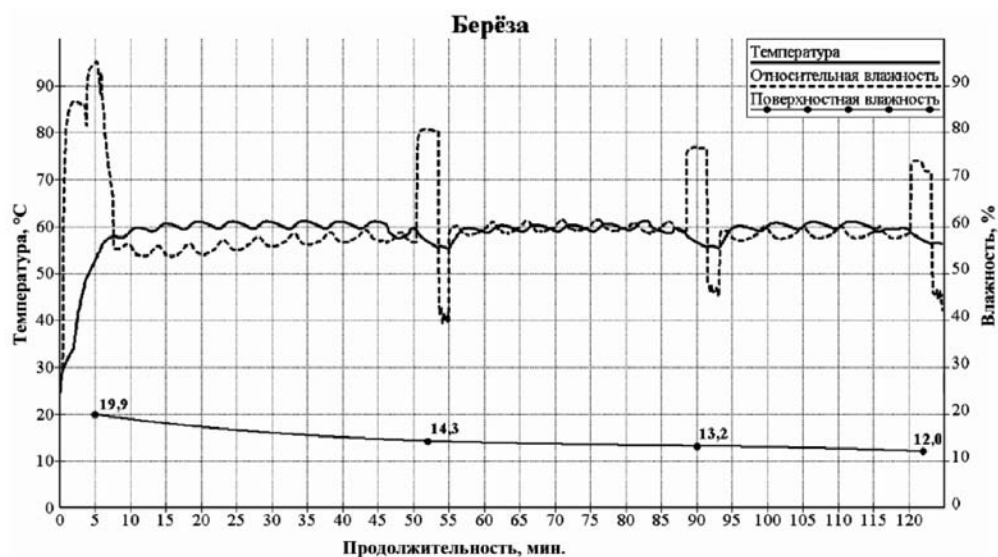


Рисунок 1. Изменения температуры, относительной влажности воздуха и расчетной поверхностной влажности в процессе сушки березового образца

Литература

1. Лыков А.В. Кинетика и динамика процессов сушки и увлажнения. / Лыков А.В. – Гизлегпром, 1938. – 592 с.

Laboratory Stand for Study of Moisture Exchange of the Capillary-Porous Bodies

Nikolay Skuratov, Igor Sapozhnikov, Dmitry Samoilenko

Mytishchi branch of Moscow State Technical University

named by N.E. Bauman,

141005 Mytishchi, Institutskaya, 1;

e-mail: skuratov@mgul.ac.ru, gosha @ mgul.ac.ru, samoilenko@mgul.ac.ru

Laboratory stand for study of moisture exchange of the capillary-porous bodies in the controlled air environment is developed. During the experiment, the mass change of the test sample is determined and the surface moisture content is measured by the original method. The experimental data allow to calculate the surface emission coefficients that are typical for investigated processes.

Keywords: capillary-porous body, the moisture content, moisture exchange, surface emission coefficient.

Краткие сообщения

УДК 378.02:37.016

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ (СЭЛФ)

Надежда Александровна Афонькина

Aix-Marseille University, *Marseille, France*, МГТУ им. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5; e-mail: nadezda.afonkina@etu.univ-amu.fr

В докладе приводятся перспективы развития студенческой лаборатории на примере Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (СЭЛФ) МГТУ им. Баумана. Сформулированы основные цели и задачи такого типа лабораторий, мотивация для учителей и студентов – будущих и настоящих сотрудников лаборатории, а также описание предполагаемых нововведений и их функций.

Ключевые слова: СЭЛФ, Студенческая Экспериментальная Лаборатория Физики, перспективы развития, работа на стыке наук.

Важная особенность студенческой лаборатории заключается в том, что молодые студенты впервые сталкиваются с необходимостью самостоятельно думать, использовать творческий подход и принимать решения. Задача учителей и научных руководителей данного типа лабораторий – быть чуткими наставниками. Первый шаг на пути развития лаборатории – осознание ее концепции как со стороны студентов, так и со стороны преподавателей. От студентов требуется готовность учиться, быть готовым соблюдать дисциплину и нести ответственность, в то время как со стороны учителей и руководителей – создать для этого благоприятную среду. В докладе освещаются основные шаги для создания такой среды в лаборатории СЭЛФ МГТУ им. Баумана с точки зрения её выпускников и руководителей.

Одним из важных шагов на пути развития лаборатории является разработка современных материалов для обучения студентов: набор стандартных лабораторных работ (с элементами творчества, но известным результатом), набор исследовательских лабораторных работ (с неизвестным результатом), добавление набора теоретических, численных компьютерных лабораторных работ, организация регулярных лекций, дискуссий для разностороннего развития студентов.

Помимо предоставления возможности выполнения интересных заданий, задача преподавателей состоит в том, чтобы производить своевременный контроль проведения работ. Таким образом, важным шагом в развитии лаборатории является создание графика отчетов и презентаций. Ответственность в данном вопросе должна проявляться

как со стороны преподавателей, так и со стороны студентов.

Следующим шагом развития студенческой лаборатории является обучение студентов дополнительным навыкам, характерным профессии ученого. Среди таких навыков: грамотное создание научной документации (публикаций, статей), владение научным иностранным языком, умение представлять результаты перед публикой. Без освоения этих навыков, обучение студента ведению научной работы не может считаться завершенным.

Совместно с внутренним развитием СЭЛФ, необходимо проводить внешнее преобразование. Среди таких нововведений следует упомянуть разработку современного сайта в сети Интернет на русском и английском языках, представляющего собой визитную карточку лаборатории и платформу для хранения наиболее важной информации о проектах, вакансиях, сотрудниках и их результатах.

Физика в XXI веке предполагает не только создание новых фундаментальных теорий, но и проведение высокотехнологичных экспериментов, для реализации которых необходимо объединение усилий технических специалистов всевозможных направлений. Работа на стыке науки и технологии крайне перспективна в условиях современного мира. Благодаря наличию в МГТУ им. Баумана студентов большинства инженерных специальностей, задача СЭЛФ - привлечь в науку специалистов из смежных областей.

PACS: 01.40.Fk

Development Prospects of Student Experimental Laboratory of Physics SELPH

Nadezda Afonkina

*Aix-Marseille University, Marseille, France,
Bauman Moscow State Technical University,
105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya, 5;
e-mail: nadezda.afonkina@etu.univ-amu.fr*

The main development steps of a student laboratory on the basis of BMSTU SELPH are introduced. Main goals and tasks for such type of laboratories are formulated. Motivation for students, teachers and supervisors – future and former members of laboratory is provided as well as description of new developments and their functions.

Keywords: SELPH, Student Experimental Laboratory of Physics, development prospective, cross-disciplinary research.

УДК 378.02:37.016

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ИЗУЧЕНИЮ СТРАТИФИКАЦИИ МАГНИТОАКТИВНОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ

Дарья Андреевна Белозор, Александр Валентинович Козырев,
Александр Витальевич Ланцов

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Москва, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1;

e-mail: dashulka.belozor@gmail.com, kozykryl@gmail.com, sasha121291@gmail.com

В докладе приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований стратифицированной магнитоактивной водородной плазмы для построения кинетической модели стратифицированной плазмы.

Ключевые слова: водородная плазма, стратифицированный разряд, плазменные параметры, магнитное поле.

Исследование газового разряда до настоящего времени представляет научный и практический интерес. Это связано с ее широким применением в источниках света, лазерах, других газоразрядных устройствах. Существует класс ионизационных неустойчивостей положительного столба, которые приводят к нарушению пространственной однородности параметров плазмы – стратификации разряда.

В лаборатории кафедры физики МГТУ им. Н.Э. Баумана более 30 лет успешно эксплуатируется установка «Плазма». На ней исследуют водородный несамостоятельный дуговой разряд с подогревным катодом с помощью цилиндрических и плоских зондов. В работе [1] описана адаптация данной установки к среде Phywe Measure с использованием комплекса оборудования фирмы Phywe (Германия) и блоков АЦП Cobra 3 Basic-Unit.

В данном докладе проведен анализ экспериментальных зависимостей локальных параметров плазмы от удельной мощности разряда, полученных на установке «Плазма». Их анализ показывает, что на локальные параметры плазмы влияет стратификация разряда. Данные распределения получились сдвигом страты относительно зонда и снятием ее вольтамперной характеристики при изменении магнитного поля или изменении тока разряда страты с последующей обработкой ВАХ пакетом Phywe Measure.

При изменении удельной мощности разряда происходит сдвиг страт относительно неподвижных зондов, которые регистрируют рост электронной температуры перед головами страт и её уменьшение в хвосте страты.

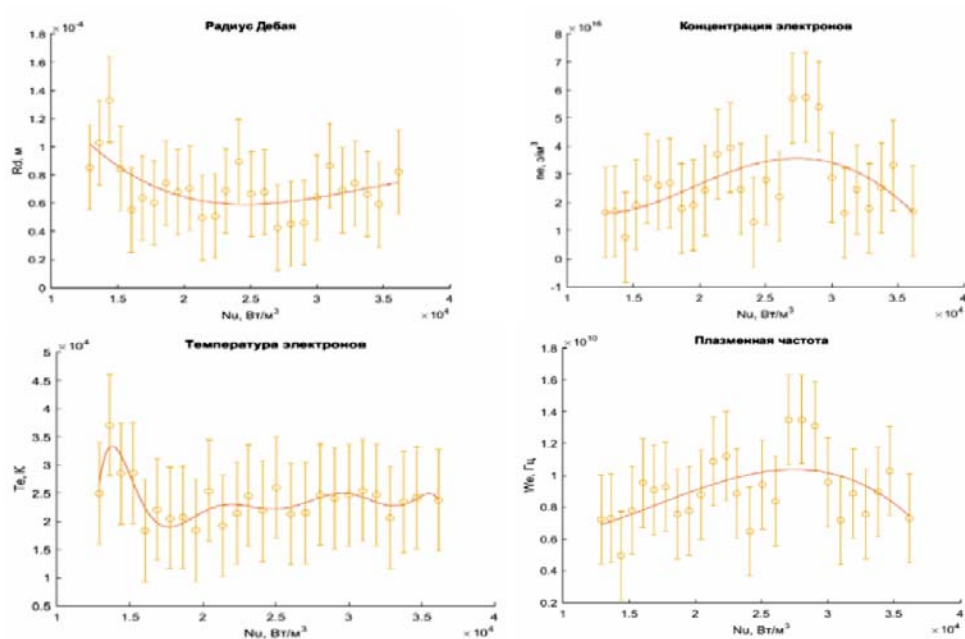


Рисунок 1. Зависимость радиуса Дебая, концентрации электронов, их температуры и плазменной частоты от удельной мощности разряда в продольном магнитном поле с магнитной индукцией 4 мТ.

Кроме того, значительный интерес представляют вопросы управления свойствами ионизационных волн в газовом разряде. Одним из путей воздействия на свойства стратифицированной плазмы является наложение на нее постоянных магнитных полей. В данной работе представлены экспериментальные зависимости параметров страт от угла поворота магнитного поля относительно оси трубки и их анализ. Изменение ориентации вектора магнитного поля относительно оси трубки приводит к перестройке страт и их преобразованию. Данное явление, по-видимому, вызвано объединением бунчирующей функции распределения электронов (ФРЭ) отдельной страты в единую ФРЭ [2]. В настоящее время приводится построение кинетической модели наблюдаемого эффекта.

Таким образом на основе полученных экспериментальных результатов была создана лабораторная работа по изучению стратификации газового разряда низкого давления в магнитном поле. В рамках учебной НИР студентов кафедры данная лабораторная работа совместно с существующей лабораторной работой по зондовой диагностике [3], будет использоваться при проведении специального физического практикума для студентов кафедры.

Литература

1. Козырев А.В., Ланцов А.В., Исследование газоразрядной стратифицированной плазмы с использованием среды Phuwe Measure // Инженерный журнал: наука и инновации. 2015.
2. Голубовский Ю.Б., Некучаев В.О., Скобло А.Ю., Прогресс в исследовании страт в инертных газах // ЖТФ. 2014. Т. 84. Вып. 12. С. 50–62.
3. Козырев А.В., Ланцов А.В., Зондовая плазменная диагностика // МГТУ им. Баумана, 2016.

PACS: 52.65.Kj

Studying the Stratification of the Magnetically Active Hydrogen Plasma Laboratory Workshop

Daria Belozor, Alexander Kozyrev, Alexander Lantsov

*Bauman Moscow State Technical University,
105005, Moscow ul. Baumanskaya 2-ya, 5/1, Moscow,
dashulka.belozor@gmail.com, kozykryl@gmail.com, sasha121291@gmail.com*

The report provides examples of experimental and theoretical studies of stratified magneto active hydrogen plasma to construct the kinetic model of the stratified plasma.

Keywords: hydrogen plasma, stratified discharge, plasma parameters, the magnetic field.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВОЛН В ИХ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Евгений Юрьевич Власов, Ксения Валерьевна Шаврина,
Вячеслав Игоревич Демьяненко, Александр Васильевич Новиков,
Евгений Олегович Киктенко, Борис Георгиевич Скуйбин

МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская, д. 5; e-mail: evgeniy.kiktenko@gmail.com

В докладе рассматривается лабораторная работа наглядно демонстрирующая принцип работы интерферометра Маха-Цендера, поляризаторов, а также роли поляризации излучения в создании интерференции.

Ключевые слова: интерферометр Маха-Цендера, поляризация волн.

Предлагается схема лабораторной работы по изучению влияния взаимного расположения плоскостей поляризации лучей на их интерференцию. Экспериментальная установка представляет собой модифицированный интерферометр Маха-Цендера [1] (см. рис. 1), у которого на входе вместо полупрозрачного зеркала установлен поляризационный светоделитель.

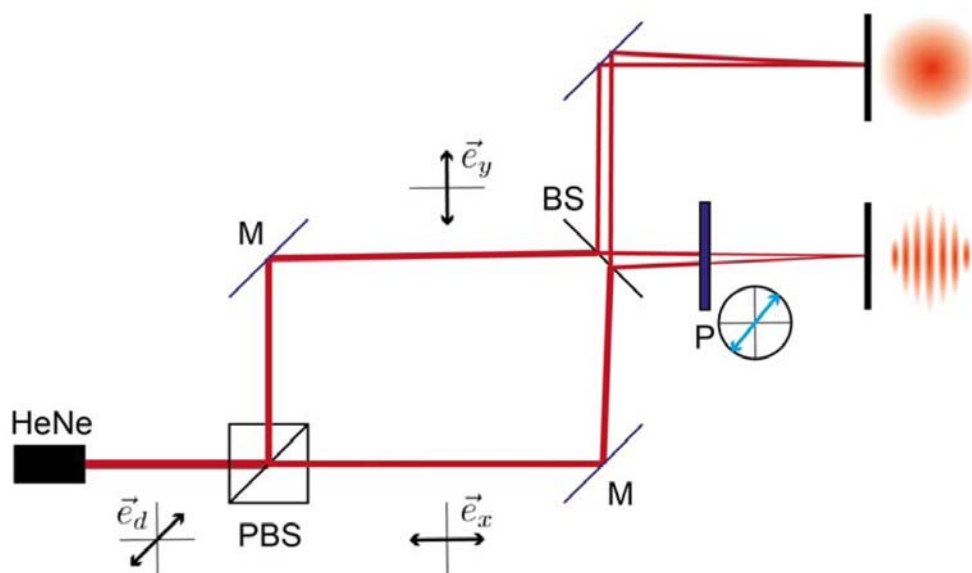


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки.

Диагонально поляризованный луч делится на два луча с взаимно ортогональной поляризацией, которые далее сводятся на полупрозрачном зеркале. Вследствие ортогональности поляризации интерференция лучей не наблюдается. Если же на выходе поставить дополнительный поляризатор, повернутый на угол 45° , то образуется интерференционная картина. Вращая ось поляризации, можно блокировать один из двух лучей, тем самым разрушая интерференцию.

Таким образом, представленный эксперимент наглядно демонстрирует принцип работы поляризаторов и роль поляризации излучения в создании интерференционной картины. Кроме того, результаты данного эксперимента могут иметь квантово-механическую интерпретацию, связанную с корпускулярно-волновым дуализмом фотонов [2].

Литература

1. Сивухин Д.В. Оптика / Общий курс физики. — 3-е изд., стереот. — М.: Физматлит, — 2005. — Т. 4. — 792 С.
2. Walborn S.P. et al. Double-Slit Quantum Eraser // Phys. Rev. A — 2002. — Vol. 65. — P. 033818.

PACS: 42.25.Hz, 42.25.Ja

Laboratory Work on Studying the Role of the Polarization Waves in Their Interference

Evgeniy Vlasov, Kseniya Shavrina, Igor Demyachenko,
Alexander Novikov, Evgeniy Kiktenko, Boris Skuybin

*Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, 105005, Moscow, 2-ya Baumanskaya 5;
e-mail: evgeniy.kiktenko@gmail.com*

We consider laboratory work, which clearly explains the principles of Mach-Zehnder interferometry, polarizer and role of wave polarization in a creation of interference patterns.

Keywords: Mach-Zehnder interferometer, wave polarization.

НОВЫЙ ПРАКТИКУМ ПО РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКЕ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ФИЗИКОВ И МЕДИКОВ

Александр Петрович Черняев^{1,2}, Ольга Игоревна Гавриленко², Александр Сергеевич Чепурнов², Владимир Вячеславович Радченко², Сергей Михайлович Варзарь¹, Полина Юрьевна Борщеговская¹, Григорий Андреевич Крусанов²

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет
119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

² НИИЯФ МГУ имени Д.В. Скобельцына, 119991, Российская Федерация,
Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2; e-mail: a.p.chernyaev@yandex.ru,
oig610@yandex.ru, chas@rtm-cs.sinp.msu.ru, vrad@srd.sinp.msu.ru,
varzar@physics.msu.ru, alexeevapo@mail.ru, krusanov@physics.msu.ru

Кафедрой физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ совместно с лабораторией общего и специального ядерного практикума НИИЯФ МГУ ведется создание новых задач и модификация традиционных задач практикума для студентов, изучающих медицинскую физику и специалистов, проходящих повышение квалификации в области ядерной медицины. Планируется внедрение в практикум задач с применением кремниевых фотоумножителей, разработка новых задач, демонстрирующих современные диагностические методы, а также переработка методических пособий с целью повышения их доступности для студентов нефизических специальностей.

Ключевые слова: физический практикум, медицинская физика, ядерная медицина, обучение, курсы повышения квалификации.

Применение последних достижений ядерной и ускорительной физики в медицине является одним из наиболее эффективных направлений развития методов диагностики и лечения различных заболеваний. Расширение объема медицинских услуг с применением ядерно-физических технологий в диагностике и лечении онкологических больных привело к тому, что в настоящее время наблюдается острый дефицит медицинских физиков – специалистов, отвечающих за обеспечение требований точности при подведении требуемой дозы ионизирующего излучения к опухоли с минимальным поражением соседних здоровых тканей, за гарантию качества и безопасность лучевого лечения. Для успешной работы такого специалиста необходима широкая подготовка в различных областях, включая обязательное изучение основ ядерной физики и физики ускорителей.

Кафедра физики ускорителей и радиационной медицины физического факультета МГУ имеет опыт обучения медицинских физиков около 20 лет. Выпуск специалистов на кафедре в 2005–2014 гг. составил 82 человека, из них 40 остались

в специальности после окончания университета. Кроме того, с 2012 года кафедра совместно с НИИЯФ МГУ имени Д.В. Скобельцына и МНИОИ им. П.А. Герцена при поддержке компаний «МСМ-Медимпэкс» и «Elekta» организует краткосрочные курсы повышения квалификации «Физика радиационной медицины», на которых прошли подготовку более 100 специалистов.

Уникальным элементом образовательного процесса в области ядерной физики в МГУ является Лаборатория Общего и Специального ядерного Практикума НИИЯФ МГУ (ЛОСП), сотрудники которой обеспечивают практические занятия в общем и специальном ядерном практикумах для всех студентов МГУ, изучающих ядерную физику и физику частиц. Комплекс задач общего ядерного практикума предназначен для демонстрации и изучения основных ядерно-физических феноменов, тогда как комплекс задач специального ядерного практикума направлен на изучение основных принципов и техники ядерно-физического эксперимента. Студенты, изучающие медицинскую физику в МГУ, также выполняют задачи общего ядерного практикума в ЛОСП.

В связи с дефицитом специалистов в области ядерной медицины на кафедре физики ускорителей физического факультета МГУ в настоящее время ведется работа по модернизации задач практикума ЛОСП, направленная на адаптацию имеющихся и создание новых задач в соответствии с содержанием учебных планов различных ядерно-медицинских специальностей.

В 2013 году благодаря совместному сотрудничеству кафедры физики ускорителей и радиационной медицины и компании «МСМ-Медимпэкс» в ядерном практикуме были установлены системы планирования лучевого лечения онкологических заболеваний XiO , широко используемые в клиниках России и стран Европы. Таким образом, студенты получают возможность научиться работать с системами планирования, выполнять задачи, моделирующие реальное облучение онкологических больных.

В 2014 году для обучения студентов Московскому университету фирмой ELEKTA и компанией «МСМ-Медимпэкс» предоставлен учебный ускоритель Elekta Synergy (линейный ускоритель электронов с максимальной энергией до 18 МэВ). Запуск ускорителя, оснащенного системами планирования, позволит создать первый в восточной Европе центр подготовки радиационных медицинских физиков.

В настоящее время ведется разработка новых задач общего ядерного практикума, демонстрирующих новейшие технологии, применяемые в диагностике. Кремниевые фотоумножители (SiPM) являются наиболее перспективными приборами для регистрации фотонов сцинтилляции за счет высокого коэффициента усиления и квантовой эффективности, сравнимой с традиционными ФЭУ. При этом

SiPM имеют значительно более компактные размеры, устойчивы к воздействию магнитных полей, и не требуют использования высоковольтных источников. Одна из новых задач будет направлена на исследование свойств SiPM как прибора, регистрирующего фотоны. В некоторых стандартных задачах, например, задаче «Гамма-спектроскопия», для демонстрации преимуществ SiPM планируется заменить ФЭУ на SiPM.

Объединив задачу по позитронной аннигиляции с простейшей механической сканирующей системой, SiPM приемниками излучения и быстрой электроникой, планируется создать новую задачу для демонстрации принципов позитрон-эмиссионной томографии.

Кроме того, в уже существующей задаче по измерению линейного коэффициента поглощения γ -излучения материалами (Pb, Al) различной толщины планируется ввести дополнительное упражнение, в котором как в модельной системе, эквивалентной тканям тела человека, будет производиться измерение линейного коэффициента поглощения в столбиках воды различной высоты. Таким образом, учащиеся смогут получить представление о процессах, происходящих в теле пациента при его облучении.

К уже имеющимся задачам практикума разрабатываются адаптированные методические пособия для студентов нефизических специальностей, а также медицинского персонала, проходящего курсы повышения квалификации на физическом факультете. В этих пособиях акцент сделан на качественном описании физических процессов, стоящих за определенными явлениями, а также на биологических эффектах радиационного воздействия.

PACS: 01.50.Pa

New Workshop on Radiation Physics for Medical Physicists and Medics

¹Chernyaev Alexandr, ²Gavrilenko Olga, ²Chepurnov Alexandr,
²Radchenko Vladimir, ¹Varzar Sergej,
¹Borshchegovskaya Polina, ²Krusanov Grigorii

¹*Lomonosov Moscow State University, Department of Physics,
119991, Moscow, Russian Federation, Leninskie gory, 1/2,*

²*Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, 1(2), Leninskie gory, GSP-1, Moscow, 119991,
Russian Federation*

*E-mail: a.p.chernyaev@yandex.ru, oig610@yandex.ru, chas@rtm-cs.sinp.msu.ru,
vrad@srd.sinp.msu.ru, varzar@physics.msu.ru, alexeevapo@mail.ru,
krusanov@physics.msu.ru*

Chair of Physics of Accelerators and Radiation Medicine of the Moscow State University in collaboration with the laboratory of general and special nuclear workshops of MSU SINP are working on the development of new exercises in the workshop as well as on modification of the already existing exercises for medical physicists and medical professionals undergoing training in the field of nuclear medicine. We plan to introduce new workshop exercises with the use of silicon photomultipliers and develop new exercises demonstrating modern diagnostic methods. Revision of the workshop manuals also has to be done in order to improve their accessibility for students of non-physical specialties.

Keywords: physics workshop, medical physics, nuclear medicine, training, qualification-hanging courses.

УДК 537.2

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СБОРА ДАННЫХ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАГЛЯДНОСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Никита Владимирович Кузнецов, Татьяна Николаевна Романова,
Борис Георгиевич Скуйбин

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, 2-я Бауманская ул., д. 5;
e-mail: pusher08@rambler.ru rtn@bmstu.ru bgscuibin@yandex.ru

В докладе рассматривается программно-технический комплекс, разработанный для выполнения лабораторных работ по исследованию электростатического поля в рамках курса физики. Использование специального ПО для отображения и анализа полученных данных позволяет повысить интерес студентов к физическому практикуму. *Ключевые слова:* электростатика, физпрактикум, лабораторные работы, автоматизация измерений.

Лабораторные работы по изучению электростатического поля позволяют обучающимся получить практическое представление о структуре электрического поля, создаваемого неподвижными заряженными телами в вакууме.

Исследование поля производится следующим образом: электроды некоторой конфигурации, на которые подается напряжение, помещают в среду с низкой проводимостью. Замер потенциала поля осуществляется с помощью зонда, подключаемого к измерительному прибору (вольтметру).

Существующие лабораторные работы основываются на проведении измерений потенциала в большом количестве точек вручную. Построение эквипотенциальных линий производится с помощью поиска эквипотенциальных точек поля.

Для исследования полей, создаваемых проводниками сложной конфигурации целесообразно автоматизировать процесс сбора и обработки данных о потенциале в точках поля с помощью разработки специальной экспериментальной установки и программного обеспечения [1].

Комплекс был разработан при сотрудничестве кафедры ИУ7 и Студенческой Экспериментальной Лаборатории Физики (каф. ФН4) МГТУ им. Н.Э. Баумана. В более ранней параллельной версии проекта для позиционирования измерительного щупа была применена цифровая ручка, передающая свои координаты в компьютер [2].

Созданная в текущей версии проекта экспериментальная установка, представляющая из себя координатный стол, по которому перемещается щуп, позволяет

получить полную картину поля на плоскости менее чем за 30 секунд. Отсканированное электростатическое поле сразу отображается в приложении с помощью «цветовой карты» (в точках с низким потенциалом изображение синее, при повышении потенциала цвет постепенно переходит в красный). Для исследования поля на данный момент реализованы функции построения эквипотенциальных и силовых линий (пользователь выбирает некоторую точку поля, и через нее программно строится линия).

Основное направление дальнейшего развития разработки – увеличение интерактивности компьютерного приложения. Например, студенту может быть предложено по отсканированным данным «нарисовать» на экране предположительный вид эквипотенциальных и силовых линий поля, а затем сравнить результат с картиной, полученной с помощью программного анализа. При небольших доработках система также может быть использована, например, для изучения магнитных полей.

Литература

1. *Кузнецов Н.В.* Сканер электростатического поля / Кузнецов Н.В., Романова Т.Н., Скуйбин Б.Г. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы девятнадцатого научно-практического семинара. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2016. – с. 239-243.
2. *Григоренко С.Л.* Практическое исследование электростатического поля / С.Л. Григоренко, Н.В. Кузнецов и др. // Инженерные и научные приложения на базе технологий NI NIDays–2014: Сборник трудов XIII международной научно-практической конференции, Москва 19-20 ноября 2014 г.: ДМК-пресс, 2014. – с. 439-441.

PACS: 41.20.Cv

Using Automated Data Collection and Computer Visualization to Enhance the Demonstrativeness of Laboratory Studies on the Electrostatic Field

Nikita Kuznetsov, Tatiana Romanova, Boris Skuibin
*The Bauman Moscow State Technical University,
2-nd Baumanskaya, 5, 105005, Moscow, Russia,
pusher08@rambler.ru, rtn@bmstu.ru, bgscuibin@yandex.ru*

The report describes the software and hardware solution, designed to perform laboratory studies of the electrostatic field within the course of physics. The use of special software to display and analyze the obtained data allows increasing students' interest in physical workshops.

Keywords: electrostatic, physical workshops, laboratory work, measurement automation.

КОМПЛЕКС СОВРЕМЕННЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА БАЗЕ ПРИБОРОВ ПО РАССЕЯНИЮ СВЕТА PHOTOCOR

Виктор Семенович Ашихмин¹, Александр Тихонович Берестов⁴, Виктор Альфредович Дешабо², Ирина Аркадьевна Дмитриева³, Сергей Анатолиевич Долгушин⁴, Виктор Иванович Косов², Владимир Николаевич Курьяков², Дмитрий Игоревич Юдин², Игорь Кронидович Юдин²

¹ ООО «Фотокор», 107031, г. Москва, Страстной бульвар, д. 12, стр. 1, 12;
e-mail: info@photocor.com

² ИПНГ РАН, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3; e-mail: ikyudin@ogri.ru

³ РГУ нефти и газа им. Губкина, 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 65;
e-mail: irichdmi@mail.ru

⁴ НИУ МИЭТ, 124498, г. Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1;
e-mail: dolgushin.sergey@gmail.com

В докладе представлен комплекс перспективных лабораторных работ с использованием современных приборов по рассеянию света российского производства. Ряд лабораторных работ реализован в российских и зарубежных университетах. Тематика лабораторных работ относится к таким областям науки, как: термодинамика, оптика, фазовые переходы и критические явления, наноструктуры и нанотехнологии. Данные работы позволяют студентам не только изучить физические основы наблюдаемых эффектов, но и приобрести непосредственный опыт работы на аналитическом оборудовании современного научного уровня.

Ключевые слова: физический практикум, термодинамика, броуновское движение, динамическое рассеяние света, нанотехнологии.

Доклад посвящен описанию современных лабораторных работ на базе измерительных приборов, использующих следующие экспериментальные методы:

Статическое и динамическое рассеяние света (фотонная корреляционная спектроскопия). В основе метода лежит анализ спектра рассеянного лазерного излучения на броуновских частицах. Данный метод позволяют измерять размеры частиц в жидких средах в диапазоне от 0,5 нм до нескольких мкм. Он позволяет изучать такие физико-химические явления, как: фазовые переходы и критические явления в жидкостях, образование микроэмульсий и мицелл, процессы агрегации и устойчивость коллоидных систем, синтез наночастиц, микрореология субмикронных и наноразмерных структур в жидкостях.

Анализ траекторий движения наночастиц (ультрамикроскопия). Этот метод позволяет визуализировать броуновское движение субмикронных и наноразмерных объектов в жидкости. Данный альтернативный вариант метода рассеяния света

позволяет повысить точность измерения для полидисперсных систем с предельно низкими концентрациями наночастиц. Для физического практикума этот метод имеет дополнительное существенное преимущество в наглядности представления происходящих физических явлений и методах их описания.

Существенной особенностью предлагаемых лабораторных комплексов является то, что их приборная база представляет собой полноценные современные исследовательские приборы, позволяющие реализовать не только занятия по лабораторному практикуму, но и проводить серьезные научные исследования при подготовке магистерских и аспирантских работ. Важно также отметить преемственность физических основ и приборной базы лабораторного практикума по физике со спецпрактикумами старших курсов, включая нанотехнологические специальности, химические технологии, добычу и переработку углеводородного сырья, биофизику и биохимию, медицину и фармацевтику промышленную и медицинскую экологию, квантовую криптографию и др.

Указанные приборы соответствуют всем международным стандартам и отвечают уровню мирового класса. При этом обеспечивается самый высокий уровень безопасности работы с ними, что особенно важно при использовании их в учебной практике.

Лабораторные работы на базе приборов ООО «Фотокор» были внедрены в учебный процесс на кафедре физики Российского государственного университета нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, на кафедре высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ им. Ломоносова, в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева и в Университете штата Мэриленд (UMCP), США.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.575.21.0090, идентификатор RFMEFI57514X0090) и гранта РФФИ №15-08-07727-а.

Литература

1. I.K. Yudin, M.A. Anisimov, V.A. Agayan, V.I. Kosov, G.L. Nikolaenko, J. Sengers, Simple photon-correlation spectrometer for research and education. // Int. J. Thermophys. – 1997. – 18. – pp.1237-1248.
2. <http://www.photocor.ru>

A Set of Promising Student Labs Based on the Photocor Light Scattering Instruments

V.S. Ashikhmin¹, A.T. Berestov⁴, V.A. Deshabo²,
I.A. Dmitrieva³, S.A. Dolgushin⁴, V.I. Kosov²,
V.N. Kuryakov², D.I. Yudin², I.K. Yudin²

¹*Photocor Ltd. 107031, Moscow, 12 Strastnoy Blvd., Build. 1, Apt. 12;*

e-mail: info@photocor.com

²*OGRI RAS 119333, Moscow, Gubkina, 3;*

e-mail: ikyudin@ogri.ru

³*Gubkin Russian State University of Oil and Gas,*

119991, Moscow, Leninsky prospekt, 65; e-mail: irichdmi@mail.ru

⁴*National Research University – MIET, 124498, Moscow, Zelenograd, 1, Shokin Sq.;*

e-mail: dolgushin.sergey@gmail.com

The report presents a set of promising student labs using modern light scattering instruments designed in Russia. A few of student labs are implemented in the Russian and foreign universities. Subjects of labs related to the areas of science, such as: thermodynamics, optics, phase transitions and critical phenomena, nanostructures and nanotechnology. These activities allow students not only to study the physical basis of the observed effects, but also to get first-hand experience in the analytical equipment of the modern scientific level.

Keywords: physical workshop, thermodynamics, Brownian motion, nanotechnology, dynamic light scattering.

УДК 378.2:53.092

КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПРАКТИКУМА «ФИЗИКА, ХИМИЯ И ГЕОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ». ЧАСТЬ II. НЕОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Елена Дмитриевна Мухина, Антон Юрьевич Колесников,
Татьяна Борисовна Барышева, Алексей Игоревич Черноуцан,
Владимир Георгиевич Кучеров

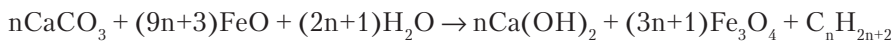
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
119991, Москва, Ленинский пр-т, 65; e-mail: mukhina.e@gubkin.ru,
kolesnikov.a@gubkin.ru, bartb1313@yandex.ru, acher@gubkin.ru, vladimir@flotten.se

В докладе приводится описание инновационной междисциплинарной лабораторной работы, посвященной синтезу природного газа в экстремальных термобарических условиях с использованием пресса высокого давления УРС-2.

Ключевые слова: термобарический эксперимент, физический практикум, неорганический синтез природного газа.

При создании курса «Физика, химия и геология процессов в экстремальных условиях» разработан комплекс двух взаимосвязанных лабораторных работ. Целью выполнения первой работы являлось ознакомление с проблематикой создания экстремальных термобарических условий, получению первичных навыков работы на установке высокого давления УРС-2 (давление до 80 кбар, температура до 1800 К) и проведение калибровки по давлению [1], необходимой для выполнения второй лабораторной работы комплекса. Здесь в качестве второй лабораторной работы приводится описание лабораторного эксперимента по синтезу природного газа из неорганических веществ в термобарических условиях верхней мантии Земли.

Классическими исходными веществами для подобного эксперимента являются кальцит (CaCO_3), вюстит (FeO) и вода [2],[3]. Проведя расчет навесок, необходимый для прохождения следующей реакции:



студенты взвешивают компоненты, производят загрузку металлических контейнеров, которые помещаются в кальцитовые камеры между твердосплавными матрицами. Используя компьютерный интерфейс и калибровочные данные первой работы комплекса, студенты по совету преподавателя задают интересующие параметры давления, температуры, режим нагрева и охлаждения (для классического эксперимента $p=50$ кбар, $T=1500$ К, время выдержки 40 минут, охлаждение закалкой) на установке

УРС-2. После завершения термобарического эксперимента в соответствии с разработанной методикой, экспериментальная капсула в течение 10 минут переносится в специально сконструированное вскрывающее устройство, присоединенное к газовому хроматографу Кристалл-5000, где проводится анализ. Отдельная группа студентов или студент может предварительно провести калибровку хроматографа, используя поверочную газовую смесь, имитирующую природный газ, для получения зависимости сигнала пламенно-ионизационного детектора от объема образца в устройстве вскрытия. По завершении выполнения расчетов лабораторной работы студенты получают данные об абсолютных и относительных количествах углеводородов в газообразных продуктах, общем выходе углеводородов. Описанная экспериментальная установка фактически не имеет аналогов в мире и ее результаты, при аккуратном проведении, могут быть использованы при написании научных работ. Это приводит к более серьезному отношению студентов к процессу выполнения, обработке результатов и описанию эксперимента. Предполагается, что полученная в ходе выполнения лабораторной работы информация помимо общей научной важности будет практически востребована специалистами сверхглубоководного бурения, сверхглубокого континентального бурения, в т.ч. в кристаллическом фундаменте, геологами, петрологами и геохимиками.

Литература

1. *Мухина Е.Д. и др.* Комплекс лабораторных работ практикума «Физика, химия и геология процессов в экстремальных условиях». Часть I. Сборник трудов XIII Международной учебно-методической конференции Современный Физический Практикум. 2014. Новосибирск, стр.154
2. *Kutcherov V.G., et al.*, Synthesis of complex hydrocarbon systems at temperatures and pressures corresponding to the Earth's upper mantle conditions. *Doklady Physical Chemistry*, 2010. 433: p. 132-135.
3. *Scott H.P., et al.*, Generation of methane in the Earth's mantle : In situ high pressure-temperature measurements of carbonate reduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004. 101(39): p. 14023-14026.

PACS: 62.50.-p, 82.40.Fp

**Laboratory Works for Curriculum «Physics, Chemistry
and Geology at Extreme Conditions”.
Part II. Abiogenic Synthesis of Natural Gas**

Elena Muhina, Anton Kolesnikov, Tatyana Barysheva,
Alexey Chernoutsan, Vladimir Kutcherov

*Physics department, Gubkin RSU of oil and gas (NRU),
Leninsky ave. 65, 119991, Moscow, Russia*

*E-mail: mukhina.e@gubkin.ru, kolesnikov.a@gubkin.ru, bartb1313@yandex.ru,
acher@gubkin.ru, vladimir@flotten.se*

The report provides description of innovative multidisciplinary laboratory work about natural gas synthesis at extreme thermobaric conditions with high pressure device URS-2.

Keywords: thermobaric experiment, physical workshop, abiogenic synthesis of natural gas.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ РУБИНЕ

Владимир Олегович Гладышев, Владимир Семенович Горелик,
Дмитрий Игоревич Портнов, Владимир Викторович Филатов

Кафедра физики МГТУ им. Н.Э. Баумана
Москва, 105005, 2-я Бауманская, 5; e-mail: vgladyshev@mail.ru

В докладе описана экспериментальная установка по наблюдению люминесценции кристалла рубина при его возбуждении излучением видимого спектра, созданная на базе кафедры физики и научной лаборатории факультета «Фундаментальные Науки» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Предлагаются прикладные методы использования наблюдаемых эффектов.

Ключевые слова: люминесценция, рубин, кристалл, оптика движущихся сред.

Особым интересом обладают люминесцентные свойства активных сред, которые широко используются в оптике для создания различных излучающих структур [1].

В работе исследовались оптические явления, возникающие во вращающемся кристалле рубина, при его освещении лазерным излучением на длине волны $\lambda=532$ нм, близкой к главной полосе в спектре поглощения рубина [2].

Для исследования была разработана и собрана экспериментальная установка, позволяющая исследовать прошедшее через кристалл излучение, а также излучение, возникающее вследствие люминесцентных свойств материала. По результатам проведенных исследований предложен метод определения времени жизни возбужденного состояния атомов кристаллической решетки рубина. Представлены графические материалы, наглядно иллюстрирующие зависимость длины люминесцентного кольца от частоты вращения исследуемого образца (рис. 1).

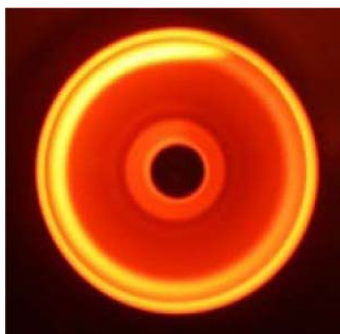


Рисунок 1. Световое кольцо во вращающемся кристалле рубина.

Результаты исследования могут быть применены для реализации новых способов определения угловой частоты вращающихся объектов, создания новых методов определения свойств активных сред. Также результаты представляют интерес с точки зрения поиска оптических сред, обладающих большим коэффициентом увлечения [3].

Литература

1. Горелик В.С., Скуйбин Б.Г., Хусаинов Н.А., Борде А.С.. Исследования люминесценции кристалла рубина при возбуждении линиями видимого и ультрафиолетового спектров излучения // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана, сер. «Естественные науки», 2014, № 5. С.32-40.
2. Свириденков Д.А. Физика и спектроскопия лазерных кристаллов, Наука. 1986. 272 с.
3. Гладышев В.О., Тиунов П.С., Леонтьев А.Д., Гладышева Т.М., Шарандин Е.А. Исследование анизотропии пространства скоростей электромагнитного излучения в движущейся среде // Журнал технической физики, 2012, том 82, вып. 11, с. 54-63.

PACS: 42.25.Bs

Experimental Research of Luminescence Radiation in the Rotating Ruby

Vladimir Olegovich Gladyshev, Vladimir Semenovich Gorelik,
Dmitry Igorevich Portnov, Vladimir Viktorovich Filatov

*Bauman Moscow State Thechnical Univercity, Physics Department
105005, Moscow, 2-nd Baumanskaya, 5; e-mail: vgladyshev@mail.ru*

The report describes experimental stand for observing the luminescence of ruby than laser radiation of visible spectrum passing through crystal. This stand was made in Physics Department and scientific laboratory of Fundamental Science Faculty in the Bauman Moscow State Technical University. Perspective application of observed effects are presented.

Keywords: luminescence, ruby, crystal, optics of rotating media.

ЭФФЕКТ ТАЛБОТА. ПОЛУЧЕНИЕ ГАРМОНИК ВЫСОКИХ ПОРЯДКОВ И СОКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА

Татьяна Николаевна Романова, Лариса Руслановна Салбиева,
Борис Георгиевич Скуйбин, Евгений Васильевич Смирнов,
Григорий Александрович Щетинин

МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005 Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5; e-mail: rtn.51@mail.ru,
larisasalbieva@mail.ru, bgskuibin@yandex.ru, seva09@rambler.ru, gashetinin@mail.ru

В данной статье описан эксперимент по исследованию гармоник высоких порядков, основанный на эффекте Талбота, а также способы применения эффекта для создания алгоритмов шифрования.

Ключевые слова: эффект Талбота, высокие гармоники, шифрование на основе эффекта Талбота.

Эффект Талбота – это явление периодического самовоспроизведения изображения объекта, освещенного плоской монохроматической волной без использования фокусирующих/преломляющих оптических приборов, на некотором расстоянии от предмета [1]. Значение этого расстояния (Талбота) связано с периодом решетки d и длиной волны λ :

$$LT = \frac{2d^2}{\lambda}.$$

Эксперимент по исследованию гармоник высоких порядков вблизи дифракционной решетки. Была реализована новая оптическая система, позволяющая впервые наблюдать гармоники высоких порядков. В эксперименте было использовано излучение длиной $\lambda = 0,53$ мкм (зеленый свет) и дифракционная решетка $d = 0,25$ мм. Получение данных гармоник осуществлялось на расстоянии близком от дифракционной решетки. Наблюдение гармоник высоких порядков было реализовано посредством микронного смещения регистратора относительно дифракционной решетки.

Соккрытие информации на основе эффекта Талбота. В работе [2] изложен первый подход к сокрытию информации с использованием модели эффекта Талбота. Однако, изложенный метод уязвим: при построении сечения исходная информация дублируется и, перебрав все циклические перестановки, можно получить доступ к сокрытой информации. По этой причине данный метод был модифицирован с целью удаления уязвимости с сохранением форматов входных и выходных данных. В

модифицированном алгоритме битовая матрица используется в качестве отображений дробных сечений Талбота на боковых поверхностях различных тел (например, эллиптического параболоида), по которым восстанавливается дифракционная решетка – битовая матрица. Представляя битовую матрицу как отображение дробных сечений, описанная процедура выполняется несколько раз. Полученная битовая матрица накладывается на изображение-контейнер и передается по сети. Ключ состоит из параметров поверхности, длины волны и периода решетки. Проведенное тестирование [3] показало, что алгоритм быстро работает на объемах информации до 500 Кб.

Заключение. В рамках данного исследования была создана оптическая система, с помощью которой были впервые получены и исследованы гармоники высоких порядков, и модифицирован ранее созданный алгоритм сокрытия данных на основе модели эффекта Талбота с целью устранения выявленной уязвимости.

Литература

1. Смирнов Е.В., Скуйбин Б.Г., Мартинсон Л.К. Эффект Тальбота. I. Дифракция на одномерных решетках. // Физическое образование в вузах. – Т. 20. – № 2. – 2014. С. 109–121.
2. Щетинин Г.А. Шифрование информации на основе эффекта Талбота // Молодежный научно-технический вестник. Электрон. журн. МГТУ им. Н.Э. Баумана № 5. 2015. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/789900.html> (дата обращения 14.06.16)
3. Романова Т.Н. Тестирование программного обеспечения. Учебное пособие. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, 44 с.

PACS: 42.25.Fx, 42.30.Kq, 42.79.Dj

Talbot Effect. Obtaining of High Harmonics and Information Encryption Based on the Effect

Tatyana Romanova, Larisa Salbieva, Boris Skuybin,
Evgeniy Smirnov, Grigoriy Schetinin

107005 Russian Federation, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5, BMSTU;
e-mail: rtn.51@mail.ru, larisasalbieva@mail.ru, bgskuibin@yandex.ru,
seva09@rambler.ru, gashetinin@mail.ru

This article describes the experiment of obtaining high harmonics based on Talbot effect and the application of this effect as a basis for creation of encryption algorithms.

Keywords: Talbot effect, high harmonics, encryption based on the Talbot effect.

УДК 53.08:532.517

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ»

Игорь Николаевич Евдокимов, Николай Юрьевич Елисеев,
Александр Павлович Лосев, Алексей Александрович Фесан

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
Москва, 119991, Москва, Ленинский пр-кт, 65, корп. 1; e-mail: physexp@gubkin.ru,
eliseev@gubkin.ru, losev@nedratest.ru, alexeifesan@rambler.ru

На основе промышленного вискозиметра СНС-2 разработана и внедрена в учебный процесс лабораторная работа «Изучение вязкости неньютоновских жидкостей». Лабораторная работа может довольно легко трансформироваться по уровням подготовки студентов.

Ключевые слова: лабораторный физический практикум, вязкость, реология.

Лабораторный физический практикум в подготовке технических специалистов играет важнейшую роль. При подготовке технических специалистов необходимо создание лабораторных работ, повторяющих производственные процессы. В РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина на кафедре физики для подготовки как бакалавров, так и специалистов, магистрантов и аспирантов была разработана и внедрена в учебный процесс лабораторная работа «Изучение вязкости неньютоновских жидкостей» на основе реальных производственных ситуаций. Кафедре физики планомерно совершенствует свой физический практикум [1, 2].

В основе лабораторной работы для измерения вязкости используется широко применяемый на производстве ротационный вискозиметр СНС-2. Ротационный вискозиметр СНС-2 является недорогим и довольно простым прибором, поэтому лабораторная работа легко тиражируется. Важно, что лабораторную работу можно довольно легко трансформировать по уровням сложности, от простой работы по знакомству с измерением вязкости при подготовке бакалавров, до изучения вязкого течения неньютоновских жидкостей при обучении в магистратуре и аспирантуре. При этом магистранты и аспиранты могут и используют эту установку в научных исследованиях.

Ротационный вискозиметр СНС-2 является стандартным прибором для определения статического напряжения сдвига буровых растворов. Определение вязкости на ротационном вискозиметре СНС-2 происходит по схеме Мак-Майкеля. Исследуемая жидкость помещается в зазор двух концентрически расположенных цилиндров. Внешний цилиндр вращается с постоянной угловой скоростью. Внутренний цилиндр подвешен на нити. К внутреннему цилиндру прикреплена круговая шкала.

Через жидкость на внутренний цилиндр передается вращательный момент. Момент уравнивается упругими силами нити подвеса, обладающей некоторой угловой жесткостью. Вязкость жидкости определяется по углу отклонения шкалы с учетом коэффициента калибровки нити. Такая простая конструкция вискозиметра позволяет изучать не только процессы вязкого течения, но и крутильные колебания системы с переменным моментом инерции.

Таким образом, разработанная нами лабораторная работа позволяет познакомиться с производственным оборудованием и самими исследованиями в области реологии и вязкого течения технологических растворов.

Литература

1. *I.N. Evdokimov, A.P. Losev* Thixotropy in Native Petroleum Emulsions // Journal of Dispersion Science and Technology. – 2011. – V. 32. – Iss.8. – P.1206–1212.
2. *Евдокимов И.Н., Елисеев Н.Ю., Фесан А.А.* Лабораторная работа «Изучение вязкости тяжёлой структурированной нефти» / в сборнике: Физика в системе современного образования (ФССО-15) // Материалы XIII Международной конференции. – 2015. – С. 273–275.

PACS: 07.10.-h

Laboratory Installation “Studying Viscous Flow of Non-Newtonian Fluids”

Igor Evdokimov, Nikolay Eliseev, Aleksandr Losev, Aleksey Fesan

*Gubkin University,
Moscow, 119991, Moscow, Leninsky Ave., 65;
e-mail: physexp@gubkin.ru, eliseev@gubkin.ru, losev@nedratest.ru,
alexiefesan@rambler.ru*

Based on industrial rheometer “SNS-2”, new laboratory installation for studying viscous flow of non-newtonian fluids was developed and implemented. Different levels of students’ competence were accounted for.

Keywords: laboratory practice on physics, viscosity, rheology.

УДК 554.014.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PHYSICS TOOLBOX ДЛЯ ПАКЕТА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ФИРМЫ PHYWE С КАТУШКАМИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Александр Валентинович Козырев,
Антон Александрович Швэйковский

МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005 Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1; e-mail: unrealproro@yandex.ru

В докладе приводятся результаты модернизации пакета лабораторных работ фирмы Phywe системы катушек Гельмгольца с помощью программного обеспечения *Physics Toolbox*, установленного на смартфон. Данная модернизация позволяет расширить перечень решаемых задач в пакете лабораторных работ за счет того, что программа дает возможность регистрировать одновременно три проекции индукции магнитного поля с пространственным разрешением порядка 10^{-6} м³.

Ключевые слова: катушки Гельмгольца, магнитное поле, смартфон, Physics Toolbox, Phywe.

Установка катушек Гельмгольца используется для целого ряда лабораторных работ общего курса физики. В данных работах измерение магнитного поля, создаваемого системой катушек, проводится с помощью датчика Холла, который дает возможность измерить только лишь одну составляющую магнитного поля. Так же, из-за большой погрешности при измерении, в зависимости от угла ввода датчика Холла в магнитное поле относительно силовых линий, он уступает современным методам измерения (рис. 1). Установка катушек Гельмгольца фирмы Phywe [1] используется для выполнения пакета лабораторных работ (действие магнитного поля на проводник с током, контур с током в однородном магнитном поле, контур с током в неоднородном магнитном поле, измерение магнитного поля Земли, модель атома в магнитном поле и др.). Настоящее исследование является продолжением работ, проводимых на кафедре физики МГТУ им. Н.Э. Баумана по расширению возможностей лабораторного практикума с помощью немецкого оборудования фирмы Phywe, оснащенным учебными лабораториями кафедры [2].

Предложенная в данном докладе модернизация пакета позволяет иметь два независимых способа определения индукции магнитного поля, причем, при использовании Physics Toolbox, повышается точность, за счет того, что измеряются три проекции индукции магнитного поля (B_x , B_y , B_z). Тестовые эксперименты показали, что пространственное разрешение соответствует 10^{-6} м³, что является достаточным при характерном размере установки (0,5 м) (рис. 2), (рис. 3). В данном докладе используется

пакет программ Physics Toolbox. Расчет индукции магнитного поля [3-4], дает возможность сравнить точное решение с экспериментальными данными, полученными двумя способами.



Рисунок 1.



Рисунок 2.

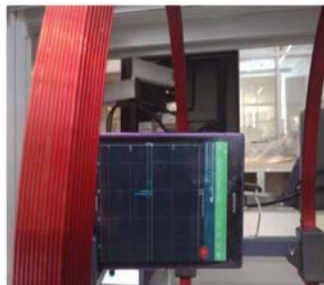


Рисунок 3.

Литература

1. Laboratory Experiments Physics. Phywe. Phywe Systeme GmbH & Co. KG, Gottingen, 2012.
2. Козырев А.В., Ланцов А.В., Исследование газоразрядной стратифицированной плазмы с использованием среды Phywe Measure // Инженерный журнал: наука и инновации, 2015. – 320 с.
3. Макаров А.М., Лулева Л.А., Макаров К.А. Теория и практика классической электродинамики // ЛЕНАНД, 2014. – 774 с.
4. Дорогиницкий М.М. Расчёт катушки Гельмгольца // Казанский федеральный университет. – 22 с.

PACS: 07.05.Fb

Using Physics Toolbox Package for Laboratory Phywe Company Works with the Helmholtz Coils

Alexander Kozyrev, Anton Shvykovsky

*Bauman Moscow State Technical University,**Russia, 105005, Moscow, Bauman Moscow State Technical University,**e-mail: kozykryl@gmail.com*

The report presents the results of the modernization package labs firms Phywe Helmholtz coils system using Physics Toolbox software installed on the smartphone. This upgrade allows you to expand the list of laboratory work tasks in the package due to the fact that the program makes it possible to record simultaneously the three projections of the magnetic field with a spatial resolution on the order of 10^{-6} m³.

Keywords: Helmholtz coils, magnetic field, smartphone, Physics Toolbox, Phywe.

Секция IV. Учебный физический эксперимент в системе общего образования

Пленарные доклады

УДК 371.321.2: 371.322.3

ФГОС ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Наталья Сергеевна Пурышева¹, Дмитрий Аркадьевич Исаев²

¹ Московский педагогический государственный университет
119991 Россия, Москва, ул. М. Пироговская, 1/1; e-mail: npurysheva42@rambler.ru

² Московский педагогический государственный университет
119991 Россия, Москва, ул. М. Пироговская, 1/1; e-mail: da.isaev@m.mpgu.edu

В докладе раскрываются возможности формирования образовательных результатов – личностных, предметных и метапредметных, обозначенных в Федеральном государственном образовательном стандарте. С одной стороны, ФГОС прямо предусматривает как предметный результат владение основными методами научного познания, методами проведения физических экспериментов и т.д. С другой стороны, анализ результатов ОГЭ и ЕГЭ показывает крайне низкий уровень экспериментальных умений учащихся. В докладе на конкретных примерах будет рассмотрена методика целенаправленной подготовки учащихся в области эксперимента, базирующаяся на формировании универсальных учебных действий.

Ключевые слова: ФГОС, методы научного познания, экспериментальные умения, УУД.

Федеральный государственный образовательный стандарт задает требования к результатам общего образования и выделяет три группы результатов: личностные, предметные и метапредметные результаты. Во все эти группы входят образовательные результаты в области школьного физического эксперимента. Например, группа предметных результатов включает такие требования к экспериментальной подготовке учащихся, как «владение основными методами научного познания, умениями выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования; методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной информации».

Индикатором достижения этих результатов является уровень сформированности у учащихся универсальных учебных действий (УУД), составляющих экспериментальную деятельность. Этот уровень может быть выявлен с помощью различного рода экспериментальных заданий, которые учащиеся выполняют как в ходе учебной деятельности, так на этапе текущего и итогового контроля.

Формами итогового контроля в настоящее время являются ОГЭ (ГИА) и ЕГЭ. Контрольно-измерительные материалы ОГЭ включают несколько типов экспериментальных заданий, в том числе задания по выполнению реального эксперимента. Например, учащимся предлагается, используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и набор из 3-х грузов, собрать экспериментальную установку для исследования зависимости силы упругости, возникающей в пружине, от степени растяжения пружины. Кроме того, имеется серия заданий, в которых требуется сделать вывод по представленным результатам эксперимента.

ЕГЭ не предусматривает выполнение реального эксперимента, однако КИМ-ы содержат фотографии экспериментальных установок или таблицы экспериментальных данных, в результате анализа которых учащиеся должны сделать соответствующие выводы.

Анализ результатов ОГЭ и ЕГЭ, которые будут приведены в докладе, показывает крайне низкий уровень экспериментальных умений учащихся. Средний уровень выполнения экспериментальных заданий не превышает 35%.

Причин такой ситуации несколько: отсутствие программы формирования экспериментальных умений учащихся, слабая материальная экспериментальная база большинства образовательных учреждений, малое число часов на физику в общеобразовательных классах, а главное – замена в учебном процессе реального эксперимента компьютерным, чрезмерное увлечение презентациями и показ картинок вместо демонстрационного эксперимента.

В то же время даже в условиях дефицита учебного времени и оборудования существуют реальные возможности для формирования экспериментальных умений учащихся, если целенаправленно заниматься решением этой задачи с самых первых уроков физики и рассматривать подготовку учащихся в области эксперимента с позиций формирования универсальных учебных действий. В докладе на конкретных примерах будет рассмотрена соответствующая методика. Характеризуя методику в общем, можно показать, что формирование экспериментальных умений проходит ряд этапов. Вначале – формирование представлений о логике научного познания на конкретных примерах. Затем – выполнение простых упражнений по проведению наблюдений, экспериментов, выдвижению и проверки предположений о возможных результатах (гипотез). При этом работа вначале происходит по алгоритму, который постепенно сворачивается.

The Federal Standard of General Education and the Students Training in the Field of Physical Experiment

Natalia Purysheva¹, Dmitry Isaev²

¹ *Moscow State Pedagogical University,
119991 Russia, Moscow, M. Pirogovskaya street, 1/1;
e-mail: npurysheva42@rambler.ru*

² *Moscow State Pedagogical University,
119991 Russia, Moscow, M. Pirogovskaya street, 1/1;
e-mail: da.isaev@m.mpgu.edu*

The report describes the possibility of formation of educational outcomes indicated in Federal Standard of General Education. On the one hand, the Federal Standard requires as a result possession of the basic methods of scientific cognition, methods of conducting physical experiments, etc. On the other hand, the results of exams show an extremely low level of experimental skills of students. The report shows one of the methods of purposeful of students training in the field of experiment based on the formation of universal learning actions.

Keywords: The Federal Standard of General Education, methods of scientific cognition, experimental skills, universal learning actions.

Доклады

УДК 378.147.88

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ «МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА»

Альберт Вартанович Аганов, Олег Владимирович Недопекин,
Лейсан Фаритовна Галиуллина, Константин Сергеевич Усачев,
Дмитрий Альбертович Таюрский

Институт физики, Казанский (Приволжский) федеральный университет
Казань, 420008, Казань, ул. Кремлёвская, д.18; e-mail: Albert.Aganov@kpfu.ru,
Oleg.Nedopekin@kpfu.ru, Lejsan.Galiullina@kpfu.ru, k.usachev@kpfu.ru,
Dmitry.Tayurskii@kpfu.ru

Лабораторный практикум, объем которого весьма значителен в современных курсах, соответствующих образовательным стандартам третьего поколения, его содержание, методическое обеспечение, адаптированное к различным группам специальностей приобретает особую значимость. Это в большей степени относится к медико-биологическим специальностям, где роль физики как в повседневной амбулаторной и диагностической практике и терапии, так и в исследовательской работе, с каждым годом возрастает. Лабораторный практикум по медицинской физике представляет собой комплекс учебного оборудования разной степени сложности, охватывающий все разделы курса общей физики, включая ядерную физику. Для студентов Института фундаментальной медицины и биологии, упор делается на изучение физических закономерностей и принципов действия диагностических приборов и методов диагностики, для магистрантов Института физики – на физические принципы работы приборов и предмет применения – изучения.

Ключевые слова: медицинская физика, лабораторный практикум, курс общей физики.

Введение образовательных стандартов третьего поколения и компетентностного подхода изменили структуру учебных планов и организацию образовательного процесса так, что значительную часть материала студенты должны осваивать в режиме практико-ориентированных занятий и самостоятельной работы. Это вполне отвечает пожеланиям студентов, выраженным в результатах анкетирования выпускников, в диаде «знать – уметь» сместить акценты в сторону большей практической направленности освоения дисциплины. Однако объем теоретического курса общей физики для нефизических специальностей сокращен до такой степени (34 часов на полный курс), что утрачивается целостность восприятия далеко непростого для освоения материала. В связи с этим, особую значимость приобретает лабораторный практикум, объем которого весьма значителен, его содержание, методическое обеспечение, адаптированное к различным группам специальностей. Это в большей степени относится к медико-биологическим специальностям, где роль физики как в повседневной амбулаторной и диагностической

практике и терапии, так и в исследовательской работе, с каждым годом возрастает в связи с быстрыми темпами технического и технологического переоснащения экспериментальной базы медицинских учреждений разного профиля и назначения – от клиник до научно-исследовательских и технологических центров. Собственно это обстоятельство и стимулировало появление чуть менее 20 лет назад нового в Российской системе образования направления подготовки физиков и инженеров – «Медицинская физика».

Основное назначение практикума «Медицинская физика» Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета – сопровождение курса общей физики для медицинских специальностей и направлений подготовки (1 и 2-й семестры, 120 часов по учебному плану на одну группу) и программы магистратуры «Медицинская физика» «Физика» (2 семестра 1 курса, 72 часа). Он представляет собой комплекс учебного лабораторного оборудования разной степени сложности, охватывающий все разделы физики, включая специализированные лаборатории физического практикума «Ядерная физика». В этих же лабораториях проходит сопровождение курса «Лучевая терапия», который входит в учебные планы ряда медицинских специальностей (96 ч). Учебные установки этого практикума позволяют проводить также специальный практикум программы магистратуры «Ядерная медицина», которая проводится по индивидуальной образовательной траектории в рамках магистратуры «Медицинская физика». Описания работ и порядок их выполнения идентичны, но учебно-методическое сопровождение различается. Для будущих медиков упор делается на применение методов измерения – исследования и процесс обучения в лабораториях построен так, что студенты изучают фундаментальные физические закономерности и тут же принципы действия диагностических приборов и методы диагностики. Для студентов физиков акцент сделан на физические принципы и в большей степени на предмет применения – изучения. Учебно-лабораторные установки разнесены по двум лабораториям практикума, расположенным по соседству. Один из них представляет собой углубленный общий физический практикум для студентов физиков и поэтому магистранты из числа окончивших Институт физики КФУ его не проходят, но ряд работ (методы ЯМР, ЭПР, РСА, КТ) адаптированы под задачи биомедицины и их выполнение при необходимости рекомендуется магистрантам из других, главным образом, не российских вузов. Лабораторные установки могут быть использованы и для выполнения студенческих квалификационных работ для нефизических специальностей. Второй, практикум изначально универсальный, является базовым по медицинской физике и содержит лабораторные установки разного уровня сложности и функционального назначения. Лабораторные работы подразделяются на два основных блока. Первый блок на данном этапе включает работы, соответствующие наиболее известным и

распространенным современным методам исследования и диагностики в медицине – «Физические принципы ультразвуковой диагностики» и «Основы рентгенологических исследований», в том числе ультразвуковую и рентгеновскую компьютерную томографию. Ряд работ сопровождают раздел «Механика», в том числе, механику потока жидкостей, эластичные и пластичные деформации, кинематику и динамику и в представленном виде являются частью биомеханики. Группа лабораторных работ выполняется в лабораториях общего физического практикума кафедры общей физики. Работы второго блока моделируют реальные медицинские приборы. Это позволяет осуществлять и более глубокую профессиональную подготовку на базе данного лабораторного практикума специалистов медицинского профиля. В первую очередь, это относится к работам, где в состав оборудования входят медицинские манекены и модели (глазное яблоко, молочная железа, модель сердца, сосуды и т.д.). Вводные работы на основе тестовых заданий позволяют ознакомиться с физическими основами методов исследования. Современное оборудование и программное обеспечение позволяет студентам изучить полный комплекс действий в рамках конкретного метода от настройки приемного тракта прибора до интерпретации и сохранения конечных данных. Отличительная особенность выполняемых работ в учебной лаборатории «Медицинская физика» Института физики их очевидная практическая направленность. Студентам медико-биологических специальностей предлагается к выполнению 20 работ (по 10 в каждом семестре). Магистрантам-физикам 12 работ (по 6 работ в каждом семестре), которые охватывают следующие темы: ультразвуковые исследования, Доплеровская сонография, ультразвуковая компьютерная томография, рентгеновская компьютерная томография, влияние контрастирующего вещества на поглощение рентгеновских лучей (ангиография), детектирование рентгеновского излучения.

Лабораторный практикум «Медицинская физика» в настоящее время насчитывает 22 работы и планируется его расширение до 60 работ с целью полной адаптации к медико-биологическим задачам и обеспечения занятий полной академической группы в 25 человек. Предполагается усиление компоненты, относящейся к образовательной траектории магистрантов физиков, поскольку создание отдельной лаборатории специального практикума для одной группы в 8-10 человек нерационально. Планируется, что лабораторный практикум будет обеспечен учебными и учебно-методическими пособиями разного уровня погружения в изучаемую тему (имея в виду либо предмет, либо метод измерения) и на английском языке с целью прохождения международной аккредитации.

Список лабораторных работ лабораторного практикума «Медицинская физика» представлен на сайте Института физики КФУ: <http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-obschej-fiziki/unc-39medicinskaya-fizika39/temy-laboratornyh-rabot>.

PACS: 87.85.Tu, 06.60.Mr, 87.10.Ca

Universal Educational Laboratory «Medical Physics»

A.V. Aganov, O.V. Nedopekin, L.F. Galiullina,
K.S. Usachev, D.A. Tayurskiy

Institute of Physics, Kazan Federal University.

Kazan, 420008, Kazan, Kremlevskaya st., 18

*E-mail: Albert.Aganov@kpfu.ru, Oleg.Nedopekin@kpfu.ru,
Lejsan.Galiullina@kpfu.ru, k.usachev@kpfu.ru, Dmitry.Tayurskii@kpfu.ru*

Practical courses in laboratories are one of the major components in modern courses which corresponds to the third generation educational standards. Such courses are especially sufficient for students from life science and medical, where the role of physics is increasing every year as in everyday ambulatory diagnostic and treatment practices, as in a research area.

Universal educational laboratory «Medical Physics» in Kazan Federal University includes a complex of educational equipment with varying degrees of difficulty, covering all areas of general physics, including nuclear physics. This educational laboratory allows studying students both from Institute of Physics and Institute of Fundamental Medicine and Biology with focusing on physics application for diagnostics and treatment and understanding basic physical principles for medical students; and for more profound study of the physical principles for students from physics department.

Keywords: Medical Physics, laboratory classes, General Physics.

УДК 53.05

ЭФФЕКТИВНАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ ЗАКОНА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Виктор Яковлевич Бирюков, Владимир Петрович Лабендик

Институт транспорта и связи

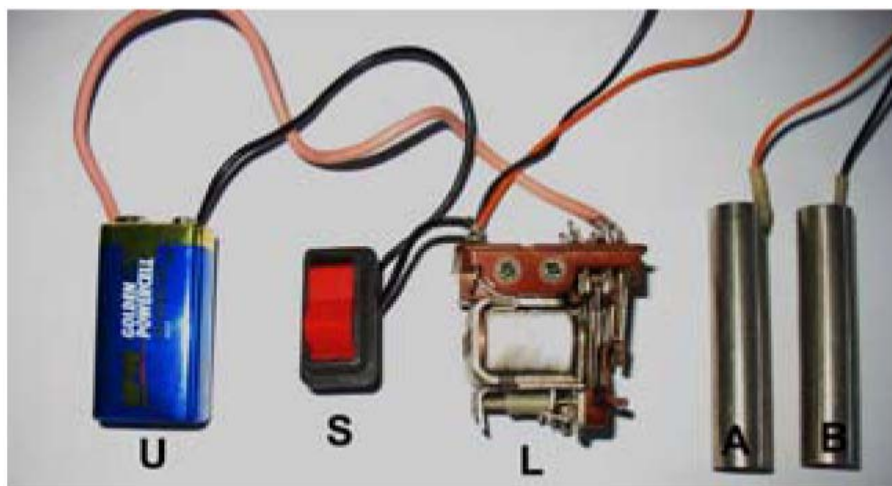
Рига, LV-1019, Латвия, ул. Ломоносова 1; e-mail: birjukovp@gmail.com

В докладе демонстрируется действующий экспериментальный образец релаксационного релейного генератора. Поясняется, как функционирует генератор, возникают импульсы ЭДС электромагнитной индукции и их физиологическое воздействие.

Ключевые слова: демонстрация, закон электромагнитной индукции, самоиндукция.

Для демонстрации закона электромагнитной индукции, открытого М. Фарадеем в 1831 г. был изготовлен экспериментальный образец, изображенный на фото и состоящий из электромагнитного реле с нормально замкнутыми контактами, батарейки на 4,5 В или 9 В, выключателя и двух электродов.

Электрическая схема приведена на Рис. 1, осциллограмма импульсов ЭДС снята с электродов А, В (Рис. 2).



Для физиологического восприятия ЭДС электромагнитной индукции $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$ учащимся до 10 человек предлагается взяться за руки, а крайним взять в руки электроды А и В. При включении эл. питания к катушке реле L на электроды поступают импульсы ЭДС самоиндукции и через тела испытуемых протекает импульсный ток с частотой от 20 до 100 Гц (в зависимости от поджатия контактов реле) и они подвергаются сильнейшему эмоциональному воздействию.

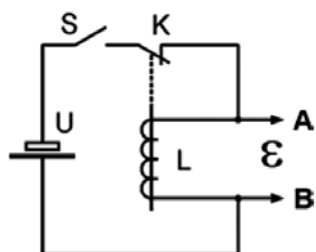


Рисунок 1.

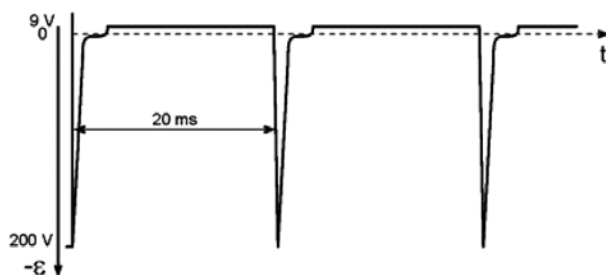


Рисунок 2.

После проведенного эксперимента переходим к интерактивному методу анализа наблюдаемого явления. Поясняется, что в макете отсутствуют активные элементы, трансформаторы – откуда же берутся импульсы высокого напряжения? Совместно проводим анализ максимальной величины ЭДС электромагнитной индукции, снимаемой с катушки реле: $\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$, где $L = 4\pi n^2 \mu S \ell$ индуктивность катушки, зависящей от количества витков n , магнитной проницаемости сердечника μ и конструкции. В нашем случае $L = \text{const}$.

Ток I на катушке нарастает по экспоненциальному закону, достигая максимального значения: $I = \frac{U}{R+r}$, где U – напряжение батарейки, R – сопротивление катушки постоянному току, r – внутреннее сопротивление источника питания.

Самое интересное проанализировать значение Δt , входящего в знаменатель. Если момент разрыва контактов реле рассматривать как $\Delta t \rightarrow 0$, то $\varepsilon \rightarrow \infty$, что не реально. Нормально замкнутые контакты реле размыкаются не мгновенно, а следующим образом: при движении якоря реле давление контактов ослабевают, что приводит к возрастанию межконтактного сопротивления. В момент разрыва величина микроскопического контакта достигает нескольких молекул. Далее в момент разрыва за счет ЭДС самоиндукции возникает эл. дуга (искра) имеющее малое эл. сопротивление. В момент полного разрыва контактов ЭДС самоиндукции, достигающая 200 и более вольт (рис. 2) подается на электроды А и В. В нашем случае Δt не превышает 10^{-3} с.

В экспериментальной установке применялось дефорсированное реле ТКЕ56 со вскрытым кожухом, имеющие две последовательно соединенные катушки, что увеличивало L . Регулировочный винт якоря реле ослаблялся настолько, чтобы реле срабатывало от 4 В.

Для повторения экспериментальной установки можно использовать любое реле с нормально замкнутыми контактами с низким напряжением срабатывания, но при малом значении индуктивности катушки ЭДС самоиндукции соответственно будет меньше. При включении питания на реле, собранного по схеме рис. 1 оно начинает

работать в режиме квазирелаксационного генератора (звонка). Энергии батарейки 4,5 В хватает на сотни демонстраций; 9 В типа «Крона» на десятки.

После демонстрации и анализа явления электромагнитной индукции, аудитория серьезнее воспринимает требования по электрической безопасности цепей, содержащие элементы индуктивности: трансформаторы, электродвигатели и др.

PACS: 01.50.My

Effective Demonstration of Electromagnetic Induction Law

Viktor Birjukov, Vladimir Labendik

*Transport and Telecommunication Institute
Riga, LV-1019, Latvia, Lomonosova Street 1;
e-mail: birjukovp@gmail.com*

The report demonstrates an experimental device of the relaxation generator relay and its influence on people. Explains how generator working and how EMF pulses are induced.

Keywords: demonstration, electromagnetic induction law, inductance.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ МЕТАПРЕДМЕТНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «НЕУРОКИ» В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ

Ольга Николаевна Бочкарева, Ирина Ивановна Беспаль

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный педагогический университет»
454080 г. Челябинск, пр. Ленина, 69; e-mail: bochkarevaon@cspu.ru; bespalii@cspu.ru

Представлены возможности избыточно насыщенной образовательной среды метапредметной лаборатории «Неуроки» ФГБОУ ВО «ЧГПУ» для подготовки учителей физики региона к организации исследовательской и проектной деятельности.
Ключевые слова: образовательная среда, метапредметная лаборатория.

Современная модель образования направлена на формирование культуры комплексного применения обучающимися знаний. Для решения этих задач необходимо развивать познавательную активность обучающихся на всех уровнях образования и подготовить педагога, способного использовать современное оборудование и технологии с учетом особенностей образовательного процесса, задач воспитания и развития личности через предметную среду. Для обеспечения и внедрения интерактивной образовательной среды в процесс подготовки обучающихся в Челябинском государственном педагогическом университете в 2014 г. был создан метапредметный центр «Неуроки». В настоящее время в структуру центра входят три лаборатории. Остановимся подробнее на лаборатории физико-математического факультета, которая имеет избыточнонаполненную многофункциональную среду, специально созданную с помощью ООО «Научные развлечения» (г. Москва).

Во-первых, это коллекция больших интерактивных экспонатов, надежных в эксплуатации и способных выдержать познавательный интерес учащихся, с их помощью можно удивить, заинтересовать, объяснить сложные физические понятия и явления, используя перенос знаний и проводя аналогии. Во-вторых, имеются мини-лаборатории по всем разделам физики для проведения качественного эксперимента, исследований межпредметного содержания. С их помощью можно организовать занятия по исследовательской и проектной деятельности индивидуально, в малых группах [1]. В-третьих, в лаборатории представлено датчиковое оборудование, позволяющее проводить квалитметрический эксперимент. Мы используем оборудование для подготовки демонстрационного эксперимента, для проведения фронтальных лабораторных работ, лабораторного практикума и исследовательской работы обучающихся.

Основные аспекты работы нашей лаборатории: осуществление профессиональной подготовки студентов в предметных областях, развитие научного потенциала, обеспечение открытости и непрерывности образования.

В лаборатории регулярно проходят занятия со студентами-физиками по целому ряду дисциплин учебных планов бакалавриата и магистратуры. Студенты изучают возможности метапредметной лаборатории в целом и ее отдельных элементов в рамках курсовых проектов, при выполнении квалификационных исследований, направленных на разработку методического сопровождения проектной и исследовательской работы обучающихся в урочной и внеурочной деятельности. Совместная работа преподавателей и студентов всех уровней высшего образования направлена на разработку обеспечения образовательной деятельности на базе нашей лаборатории, создание конкретного методического или учебно-методического продукта, научного обоснования использования различных видов деятельности для достижения планируемых результатов обучения в соответствии с требованиями ФГОС основного образования, в формировании компетенций на уровне высшего образования.

Обеспечение открытости образования осуществляется через работу со школьниками (организация внеурочной деятельности [2], отдельных учебных занятий) и проведение семинаров, круглых столов с учителями и преподавателями в рамках внедряемой системы университетского партнерства с сетевыми педагогическими вузами и общеобразовательными организациями Челябинска и области. Студенты привлекаются к проведению образовательных экскурсий, занятий со школьниками, к мероприятиям профориентационной направленности, к работе в качестве волонтеров и судей на мероприятиях городского и областного уровня, а также для экспертизы исследовательских и проектных работ школьников. Это позволяет подготовить студентов к выполнению трудовых функций в соответствии с Профессиональным стандартом педагога.

Литература

1. Учебный физический эксперимент. Современные технологии. 7-11 классы. Методическое пособие [Текст] / Г.Г. Никифоров, В.В. Майер, О.А. Поваляев. – М.: Вентана-Граф, 2015. – 122 с.
2. Бочкарева О.Н. Возможности педагогического вуза в организации внеурочной деятельности по физике [Текст] / О.Н. Бочкарева, И.И. Беспаль // Актуальные проблемы развития среднего и высшего образования: межвуз. сб. науч. трудов. — Челябинск: “Край Ра”, 2015. — С. 87–91.

PACS: 01.40.Fr, 01.40.E-01.40.Ha

Use of Educational Laboratory Metadisciplinary Educational Environment “Neuroki” in the Training of Physics’ Teachers

O. Bochkareva, I. Beshpal’

*Chelyabinsk State Pedagogical University, 454080 Chelyabinsk, av. Lenina, 69; Russia, y-
e-mail: bochkarevaon@cspu.ru; beshpalii@cspu.ru*

The excessively intense educational laboratory Metadisciplinary Educational Environment “Neuroki” of ChGPU for the training of physics’ teachers in the region to organize the research and project activities.

Keywords: educational environment, interdisciplinary laboratory.

УДК 372.853:535.31

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ

Екатерина Ивановна Вараксина, Валерий Вильгельмович Майер

Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко
Удмуртская Республика, 427621, Глазов, Первомайская ул., 25; e-mail: varaksina_ei@list.ru

Рассмотрено содержание внеурочной проектной деятельности школьников при изучении оптической линзы. Цель проектов состоит в создании учебных экспериментов для демонстрации на уроках физики.

Ключевые слова: метод научного познания, проектная деятельность, учебный физический эксперимент, оптическая линза.

Согласно требованиям ФГОС каждый учащийся при обучении в школе должен выполнить индивидуальный проект. По физике предпочтительны такие проекты, результаты которых могут быть использованы на уроках [1]. Наиболее интересны и полезны для учителя и учащихся проекты, связанные с учебным физическим экспериментом. Эти проекты полностью удовлетворяют критерию продуктивности, так как обеспечивают возможность получения учащимися вещественного результата их деятельности. Рассмотрим содержание проектной деятельности, направленной на совершенствование методики изучения оптической линзы.

Анализ школьного учебника физики [2] показывает, что некоторые утверждения изложенной в нем теории линзы, противоречат наблюдаемым в демонстрационных опытах явлениям [3, 4]. Устранить этот недостаток позволяет методика изучения линзы, построенная в соответствии с циклом научного познания [5]. Для ее реализации учителю необходимо предварительно собрать и опробовать несколько простых демонстрационных установок. Эта работа может стать основой учебных проектов учащихся.

Проект 1. Фокальная поверхность линзы. Используя имеющиеся в школьном кабинете физики цилиндрические модели собирающих линз и осветитель, школьник находит точки, в которых фокусируются параллельные пучки света, идущие под разными углами к оптической оси. Вещественным результатом проекта является демонстрационный опыт по формированию понятия фокальной плоскости линзы.

Проект 2. Каустика собирающей линзы. Учащийся собирает экспериментальную установку для исследования преломления света на цилиндрической линзе из оргстекла или из сосуда с водой, экспериментально и теоретически исследует фокусировку света такой линзой. На уроке демонстрируется сложный фокус реальной линзы.

Проект 3. Фокусы тонких линз. Учащиеся используют школьный набор линз и изготавливают светодиодную модель предмета, полупрозрачный матовый экран, поворотную оптическую скамью. Результатом проекта являются: 1) серия опытов, демонстрирующих факты, лежащие в основе теории идеальной линзы; 2) система экспериментов, подтверждающих справедливость следствий этой теории.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ и Удмуртской Республики в рамках научного проекта № 16-16-18008.

Литература

1. *Майер В.В.* Образовательные ресурсы проектной деятельности школьников по физике / В.В. Майер, Е.И. Вараксина: монография. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2015. – 224 с.
2. *Мякишев Г.Я.* Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2014. – 399 с.
3. *Шахмаев Н.М.* Физический эксперимент в средней школе. В 2 ч. Ч. 2: пособие для учителя / Н.М. Шахмаев, Н.И. Павлов. – М.: Мнемозина, 2010. – 192 с.
4. *Вараксина Е.И.* Школьный учебник как средство развития самостоятельности физического мышления учащихся / Е.И. Вараксина, В.В. Майер // Физика в школе. – 2016. – № 1. – С. 41-48.
5. *Майер В.В.* Развитие физического мышления учащихся при изучении оптической линзы / В.В. Майер, Е.И. Вараксина: учебное пособие. – Глазов: ГГПИ, 2015. – 88 с.

PACS: 01.40.gb

Students' Project Activity during Study of Optical Lens

Ekaterina Varaksina, Valery Mayer

*FSBEI HE «Glazov State Pedagogical Institute named after V.G.Korolenko»
The Udmurt Republic, 427621, Glazov, Pervomayskaya St., 25, varaksina_ei@list.ru*

The paper considers the contents of students' project activity during studying of optical lens. The projects aim to realize experiments to demonstrate the studied phenomena at the physics lessons.

Keywords: method of scientific knowledge, project activity, educational physics experiment, optical lens.

УДК 372.853

ПРОБЛЕМА ВИРТУАЛИЗАЦИИ ШКОЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Елена Владимировна Донскова

Волгоградский государственный социально-педагогический университет
400066, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, д. 27; e-mail: donsokova.lena@yandex.ru

Рассмотрены последствия чрезмерной виртуализации физического эксперимента, связанные с искажением научного понимания мира, утратой опыта продуктивной познавательной деятельности, деформацией осознания ответственности за свои действия, разрушением механизмов логического мышления, отказом от природной действительности.

Ключевые слова: виртуальный физический эксперимент, информатизация физического образования, реальный физический эксперимент.

Информатизация школьного образования приводит к интенсивному (и даже агрессивному) замещению реального физического эксперимента виртуальным, о чем свидетельствуют результаты констатирующего эксперимента, представленные в работе [1]. Определено, что основная причина – удобство и простота применения виртуальных симуляций физических опытов и экспериментов в учебном процессе. Они наглядны, убедительны, просты и надежны. Кроме этого, не требуют дорогостоящего оборудования, сложной технической настройки, соблюдения техники безопасности, обязательного контроля со стороны учителя. Вторая причина – изменение ценностно-смысловой сферы учащихся под воздействием глобальной информатизации общества. Для молодого поколения наиболее интересна деятельность, связанная с освоением информации, представленной в цифровом виде. Опыт работы с информационными технологиями дает ощущение причастности к научно-техническому прогрессу, уверенность в своих познавательных возможностях, убежденность в успешности своей социализации.

Отказ от реального физического эксперимента в школьной практике может привести к следующим негативным последствиям:

1) Искажение научного понимания мира. Виртуальные модели обладают высокой степенью реалистичности и убедительности. Малейшая ошибка в алгоритме их создания приводит к нарушению отображения процесса течения физических явлений и механизма работы приборов и устройств.

2) Утрата опыта продуктивной познавательной деятельности (наблюдение, эксперимент, моделирование, конструирование). Все чаще исследование понимается не как исследование реального явления или закона посредством опыта или

эксперимента, а исследование текстов, в которых представлена информация о нем.

3) Деформация осознания ответственности за свои действия. Виртуальный эксперимент можно проводить многократно без боязни допустить ошибку, сломать оборудование, навредить здоровью. Этот опыт переносится на другие виды деятельности.

4) Разрушение механизмов логического мышления, связанных с анализом, синтезом, прогнозированием, моделированием и др. Учащиеся привыкают получать естественнонаучную информацию в мультимедийной форме, где любой факт сразу представлен в виде текста, графики и анимации.

5) Отказ от природной действительности. За счет мультимедийности и интерактивности виртуальные модели физических явлений более привлекательны для учащихся, чем их реальные прототипы.

Несмотря на выявленные риски, необходимо признать, что они являются неотъемлемым следствием становления информационного общества и в этом качестве должны учитываться в теории и методике обучения физике.

Литература

1. Донскова Е.В. Проблемы создания мультимедийной культурной среды на уроке физики // Известия ВГПУ. № 2. 2016. С. 4-8.

PACS: 01.40.E, 01.50.H-, 01.50.ht, 01.75.+m.

The Problem of Virtualization of School Physical Experiment

E.V. Donskova

Volgograd State Socio-Pedagogical University

400066, Lenin Avenue, 27, Volgograd, Russia; e-mail: donsokova.lena@yandex.ru

Considered effects of excessive virtualization of physical experiments, related with the distortion of scientific understanding of the world, loss experience productive cognitive activity, deformation of awareness of responsibility for their actions, the destruction mechanisms of logical thinking, rejection of reality.

Keywords: virtual physical experiment, informatization of physical education, the real physical experiment.

УДК 372.853

ОТ ЯДЕРНОГО УНИВЕРСИТЕТА К УНИВЕРСИТЕТУ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АКАДЕМИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ НИЯУ МИФИ

Ирина Николаевна Завестовская, Наталья Сергеевна Барбашина, Мария Герасимовна Ганченкова, Николай Иванович Каргин, Андрей Петрович Кузнецов, Сергей Юрьевич Мисюрин, Михаил Николаевич Стриханов

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
115409 Россия, Москва, Каширское ш., 31; e-mail: INZavestovskaya@mephi.ru

Проект развития Национального исследовательского ядерного университета МИФИ, нацеленный на создание университета науки и технологий мирового уровня, представлен на примере создания и развития Стратегических академических единиц НИЯУ МИФИ.
Ключевые слова: университет, наука, образование, образование, инновации, стратегические академические единицы.

Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ основан в 1942 году как московский механический институт боеприпасов. Цель – осуществление стратегических задач существования и обороны страны. С 1945 года институт обеспечивал кадровое сопровождение Атомного проекта Советского союза.

В становлении университета принимали участие 6 нобелевских лауреатов: Н.Г. Басов, А.Д. Сахаров, Н.Н. Семенов, И.Е. Тамм, П.А. Черенков, И.М. Франк.

В 2008 году МИФИ одним из первых получил статус национального исследовательского университета. В 2009 году Правительством РФ была утверждена программа создания и развития НИЯУ МИФИ, предусматривающая софинансирование со стороны ГК «Росатом». НИЯУ МИФИ является стратегическим партнером и базовым вузом ГК «Росатом» для кадрового и научно-инновационного обеспечения атомной отрасли.

Стратегической целью НИЯУ МИФИ является глобальное лидерство в образовании, науке и инновациях в области ядерной, радиационной, субнано- и наноразмерной технологий и их инжиниринга, вносящих значительный вклад в инновационное развитие и конкурентоспособность ГК «Росатом» и других ведущих российских высокотехнологичных компаний на мировых рынках.

Для достижения стратегической цели НИЯУ МИФИ с 2013 года участвует в Программе повышения конкурентоспособности (ПКС) ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров. Вхождение университета в ТОП-100 ведущих мировых университетов предусматривает развитие университета как университета, нацеленного на науку и высокие технологии.

Уже сегодня НИЯУ МИФИ в числе 13 российских вузов вошел в рейтинг лучших университетов мира и в числе 3-х по физическим наукам – по версии британского издания Times Higher Education (THE). НИЯУ МИФИ подтвердил свой высокий статус, заняв 2-е место среди российских вузов в рейтинге US News & World Report, занимает 3-е место среди вузов 5-100.

В рамках реализации программы ПКС университетам участникам была предложено формирование уникальной идентичности каждого университета. С этой целью в университетах 5-100 предусмотрено создание стратегических академических единиц (САЕ) – отдельных структурных подразделений (школ, факультетов, институтов, центров превосходства, научно-образовательных центров) или их объединений (консорциумов).

В 2016 году на конкурсной основе в НИЯУ МИФИ было поддержано создание 5 САЕ:

1. Институт ядерной физики и технологий.
2. Инженерно-физический институт биотехнологий.
3. Институт лазерных и плазменных технологий.
4. Институт нанотехнологий в электронике, спинтронике и фотонике.
5. Институт интеллектуальных кибернетических систем.

Организованные САЕ – это:

- эффективная система управления;
- наличие актуальной научно-исследовательской повестки, соответствующей приоритетным направлениям развития науки и техники, глобальным научно-технологическим вызовам;
- значительный вклад в деятельность университета;
- функционирующие механизмы, обеспечивающие связку образовательного процесса в университете и его научно-исследовательской деятельности;
- выдающиеся показатели по группам ресурсов: научно-педагогические работники; талантливые, активные студенты (аспиранты); уникальные образовательные программы, методы обучения, необходимые для прироста знаний студентов;
- ресурсная база, инфраструктура (информационные ресурсы), необходимая для реализации высококонкурентных/ уникальных исследовательских проектов, или система соглашений с партнерскими организациями;
- реалистичная программа для развития своей деятельности, которая обеспечивает (и увеличивает) вклад соответствующей единицы в развитие университета и приращение его целевых показателей).

Создание САЕ предусматривает существенную структурную перестройку НИЯУ МИФИ, которая обеспечит дальнейшее развитие университета по пути науки и инноваций и достижения стратегических целей развития.

From Nuclear University to University of Science and Technology: Strategic Academic Units

Irina N. Zawistowska*, Natalia S. Barbashina, Maria G. Ganchenkova,
Nikolai I. Kargin, Andrei P. Kuznetsov, Sergey Yu. Misyurin, Mikhail N. Strikhanov

National research nuclear University MEPHI

115409, Moscow, Kashirskoe shosse, 31; e-mail: INZavestovskaya@mephi.ru

Development of the MEPHI, aimed at the creation of the University of science and world-class technology, represented by the example of the creation and development of strategic academic units MEPHI.

Keywords: University, science, education, innovation, strategic academic units.

УДК 372.853

ВЫСШАЯ ШКОЛА ФИЗИКОВ ИМЕНИ Н.Г. БАСОВА: 45 ЛЕТ УСПЕХА

Ирина Николаевна Завестовская, Мария Сергеевна Григорьева,
Олег Николаевич Крохин, Ирина Владимировна Сорока,
Иван Михайлович Тупицын, Владислав Викторович Шестаков,
Анастасия Андреевна Фроня, Игорь Иванович Яшин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
115409 Россия, Москва, Каширское ш., 31; e-mail: INZavestovskaya@mephi.ru

Представлена история создания, развития и успешной работы Высшей школы физиков имени Н.Г. Басова НИЯУ МИФИ. Дан анализ современных форм предмагистерской подготовки и сетевых форм обучения в магистратуре ВШФ, а также планы дальнейшего развития.

Ключевые слова: бакалавриат, магистратура, образование.

С 1971 года при Московском инженерно-физическом институте (Национальном исследовательском ядерном университете МИФИ) работает Высшая школа физиков, организационно оформленная как Специальный факультет физики МИФИ. 45 лет ВШФ НИЯУ МИФИ успешно осуществляет подготовку специалистов по новейшим направлениям физики и наукоемким технологиям.

На 5-й семестр бакалавриата на конкурсной основе зачисляются студенты региональных вузов РФ и стран СНГ, проявившие на первых курсах способность к творческой работе. При продолжении обучения в НИЯУ МИФИ, студенты ведут полноценную научно-исследовательскую работу в лабораториях НИЯУ МИФИ, российских научных центров и институтов РАН. Развитие партнерских отношений с научными центрами является основой политики ВШФ. Спектр институтов РАН и РНЦ в настоящее время включает практически все научные центры Москвы и Московской области. Ведется активная работа по созданию системы предмагистерской on-line подготовки, которая обеспечила бы возможность студентам бакалавриата региональных вузов получить знания, необходимые для успешного обучения по выбранной ими программе магистратуры вне зависимости от профиля программы бакалавриата.

После окончания МИФИ, выпускники ВШФ для трудоустройства возвращались в тот университет, который их откомандировывал. В настоящее время программа целевой подготовки для предприятий и вузов РФ вышла на новый виток развития. На базе ВШФ осуществляется подготовка магистров по сетевым программам не только для вузов РФ и стран СНГ, но и для предприятий ГК «Росатом», а также предприятий Казатомпрома. При этом полностью используются ресурсы партнеров и

широко задействованы все формы обучения: очные, дистанционные занятия, программы мобильности и формы дуального образования.

Уникален опыт работы Межвузовской магистерской программы на базе МФТИ-НИЯУ МИФИ-МИСИС, осуществляющей подготовку инженеров в сфере высоких технологий для новой экономики Москвы, обладающих дополнительными компетенциями в области технологического предпринимательства и инновационного развития бизнеса.

Создание и успешное многолетнее функционирование Высшей школы физиков НИЯУ МИФИ отмечено премией Президента РФ в области образования и является выдающейся страницей интеграции науки и образования!

MEPhI N.G. Basov School for Physicists: 45 years of Success

Irina N. Zawistowska*, Maria S. Grigoriev, Oleg N. Krokhin, Irina. V. Soroka,
Ivan M. Tupitsyn, Vladislav V. Shestakov, Anastasia A. Fronya, Igor I. Yashin

*National research nuclear University MEPhI
115409, Moscow, Kashirskoe shosse, 31;
e-mail: INZavestovskaya@mephi.ru*

The history of creation, development and success of the MEPhI N.G. Basov School for physicists was reported. The analysis of contemporary forms of premasters training and network forms BSPH master degree, as well as plans for further development.

Keywords: Bachelor, Masters, Education.

УДК 378.147.88

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА ИЗОТОПОВ В ЦЕПОЧКЕ РАДОНА-222

Сергей Сергеевич Бельшев, Ирена Михайловна Зверева,
Ксаверий Юрьевич Малышев, Анатолий Васильевич Сомиков

НИИЯФ МГУ 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2;
e-mail: belyshev@depni.sinp.msu.ru, zim@srd.sinp.msu.ru, kmalyshev08102@mail.ru,
asomikov@yandex.ru

Предлагается методическое сопровождение практической работы, позволяющей изучать закон радиоактивного распада на источниках фонового излучения в радиоактивных рядах радона и торона.

Ключевые слова: радиоактивность, радоновая проблема, ядерный практикум.

Практическая работа по определению активности воздуха, прокаченного бытовым пылесосом, была предложена давно [1;121]. Сейчас она выполняется студентами в Томском политехническом университете [2], рекомендована 11-классникам в учебнике Хижняковой [3;374].

Работа актуальна в связи с важностью радоновой проблемы, является прямой иллюстрацией выражения «Радиация — это праздник, который всегда с нами». В соответствии с принятыми санитарными нормами, в эксплуатируемых жилых и общественных зданиях, эквивалентная объемная активность изотопов радона не должна превышать 200 Бк/м³ (СанПиН 2.6.1.2800-10). При прокачивании воздуха через фильтр продукты распада радона, будучи металлами, адсорбируются или застревают с пылинками на поверхности фильтра с некоторой постоянной скоростью. Радон же, в свою очередь, будучи благородным инертным газом, ни на чём не адсорбируется и в фильтре не накапливается.

Задача «капризна» в выполнении, т. к. ее результаты — изменение активности образца со временем — сильно зависят от следующих факторов:

- регистрируемая активность невелика по сравнению с фоновым значением;
- активность сложным образом зависит от времени (зная периоды полураспада изотопов в цепочке, эту зависимость можно вычислить);
- наблюдаемая активность существенно зависит от помещения, характеристик пылесоса, типа детектора.

Эти сложности задачи оборачиваются ее достоинствами, т. к. школьник лучше изучает регистрирующую аппаратуру, глубже знакомится со статистикой радиоактивного распада и динамикой распада в радиоактивных рядах.

Значительное время в работе занимает работа пылесоса (от 10 минут до получаса) и длительное измерение активности фильтра. Поэтому синхронно рекомендуется:

– заполнить массовые и зарядовые числа в радиоактивных цепочках урана-238 и тория-232;

– моделировать радиоактивный распад в электронных таблицах или MathCad;

– разобрать явление векового равновесия.

Задача может выполняться факультативно или в качестве проектной работы. Методические материалы к ее выполнению выложены на сайте лаборатории <http://prac-gw.sinp.msu.ru/school.htm> наряду с практической работой с дозиметром [4]. Для анализа и сравнения выложены ряды результатов наших измерений на счетчике Гейгера и германиевом детекторе.

Литература

1. Практикум по ядерной физике: [для физ.-мат. фак. пед. ин-тов] / О.Ф. Кабардин. – М.: Просвещение, 1965. – 215 с.
2. Методическое указание к лабораторной работе Определение удельной бета-активности воздуха / Андреев А.А., Дьяченко А.Н., Крайденко Р.И., Томск, Ротапринт ТПУ, 2009, – с. 12.
3. Хижнякова Л.С., Синявина А.А., Холина С.А., Кудрявцев В.В. Физика. 11 класс. Учебник. Базовый и углубленный уровни. ФГОС – Вентана-Граф, 2014, – с. 405.
4. Бельшев С. С., Зверева И. М. Практическое занятие с дозиметром как средство развития вероятностного мышления и радиационной грамотности школьника // Проблемы создания образовательной среды по физике / Отв. ред. А.А. Синявина. – ИИУ МГОУ Москва, 2016. – с. 99–104. http://istina.msu.ru/media/publications/article/3ea/966/21731859/metod_prac.doc

PACS: 01.40.Fk

Study of the Isotopes Radioactive Decay in Radon-222 Chain

Irena Zvereva, Sergey Belyshev,
Ksavery Malyshev, Anatoliy Somikov

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics,
1(2), Leninskie gory, GSP-1, Moscow 119991, Russian Federation;
e-mail: zim@srd.sinp.msu.ru, belyshev@depni.sinp.msu.ru,
kmalyshev08102@mail.ru, asomikov@yandex.ru*

Methodological support of practical work is proposed, which allows to study the law of radioactive decay to background radiation sources in the chains of radioactive radon and thoron.

Keywords: radioactivity, problem of indoor radon, nuclear practicum.

УДК 372.853:535.31

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ

Екатерина Ивановна Вараксина, Валерий Вильгельмович Майер

Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко
Удмуртская Республика, 427621, Глазов, Первомайская ул., 25;
e-mail: varaksina_ei@list.ru

Рассмотрено содержание внеурочной проектной деятельности школьников при изучении оптической линзы. Цель проектов состоит в создании учебных экспериментов для демонстрации на уроках физики.

Ключевые слова: метод научного познания, проектная деятельность, учебный физический эксперимент, оптическая линза.

Согласно требованиям ФГОС каждый учащийся при обучении в школе должен выполнить индивидуальный проект. По физике предпочтительны такие проекты, результаты которых могут быть использованы на уроках [1]. Наиболее интересны и полезны для учителя и учащихся проекты, связанные с учебным физическим экспериментом. Эти проекты полностью удовлетворяют критерию продуктивности, так как обеспечивают возможность получения учащимися вещественного результата их деятельности. Рассмотрим содержание проектной деятельности, направленной на совершенствование методики изучения оптической линзы.

Анализ школьного учебника физики [2] показывает, что некоторые утверждения изложенной в нем теории линзы, противоречат наблюдаемым в демонстрационных опытах явлениям [3, 4]. Устранить этот недостаток позволяет методика изучения линзы, построенная в соответствии с циклом научного познания [5]. Для ее реализации учителю необходимо предварительно собрать и опробовать несколько простых демонстрационных установок. Эта работа может стать основой учебных проектов учащихся.

Проект 1. Фокальная поверхность линзы. Используя имеющиеся в школьном кабинете физики цилиндрические модели собирающих линз и осветитель, школьник находит точки, в которых фокусируются параллельные пучки света, идущие под разными углами к оптической оси. Вещественным результатом проекта является демонстрационный опыт по формированию понятия фокальной плоскости линзы.

Проект 2. Каустика собирающей линзы. Учащийся собирает экспериментальную установку для исследования преломления света на цилиндрической линзе из оргстекла или из сосуда с водой, экспериментально и теоретически исследует фокусировку света такой линзой. На уроке демонстрируется сложный фокус реальной линзы.

Проект 3. Фокусы тонких линз. Учащиеся используют школьный набор линз и изготавливают светодиодную модель предмета, полупрозрачный матовый экран, поворотную оптическую скамью. Результатом проекта являются: 1) серия опытов, демонстрирующих факты, лежащие в основе теории идеальной линзы; 2) система экспериментов, подтверждающих справедливость следствий этой теории.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ и Удмуртской Республики в рамках научного проекта № 16-16-18008.

Литература

1. Майер В.В. Образовательные ресурсы проектной деятельности школьников по физике / В.В. Майер, Е.И. Вараксина: монография. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2015. – 224 с.
2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – М.: Просвещение, 2014. – 399 с.
3. Шахмаев Н.М. Физический эксперимент в средней школе. В 2 ч. Ч.2: пособие для учителя / Н.М. Шахмаев, Н.И. Павлов. – М.: Мнемозина, 2010. – 192 с.
4. Вараксина Е.И. Школьный учебник как средство развития самостоятельности физического мышления учащихся / Е.И. Вараксина, В.В. Майер // Физика в школе. – 2016. – №1. – С.41-48.
5. Майер В.В. Развитие физического мышления учащихся при изучении оптической линзы / В.В. Майер, Е.И. Вараксина: учебное пособие. – Глазов: ГГПИ, 2015. – 88 с.

PACS: 01.40.gb

Students' Project Activity during Study of Optical Lens

Ekaterina Varaksina, Valery Mayer

*FSBEI HE «Glazov State Pedagogical Institute named after V.G. Korolenko»
The Udmurt Republic, 427621, Glazov, Pervomayskaya St., 25, varaksina_ei@list.ru*

The paper considers the contents of students' project activity during studying of optical lens. The projects aim to realize experiments to demonstrate the studied phenomena at the physics lessons.

Keywords: method of scientific knowledge, project activity, educational physics experiment, optical lens.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДИФИКАЦИЙ ЗАКОНА МОЗЛИ

Наталья Васильевна Коропченко¹, Сергей Сергеевич Красильников²,
Елена Юрьевна Мелкумова², Валентина Васильевна Тарасова²

¹ НИИЯФ МГУ им. Ломоносова, Москва, 119234, Ленинские Горы д.1 стр. 2;
e-mail: nat_msu@mail.ru

² Физический факультет МГУ им. Ломоносова, Москва, 119899, Ленинские Горы
д.1 стр. 2; e-mail: elenamk@physics.msu.ru, aakhapaev@gmail.com

В докладе представлена лабораторная работа для исследования различных модификаций закона Мозли.

Ключевые слова: атомный физический практикум, квантовая механика.

Известно, что единственно возможный переход внутреннего электрона-удаление его из атома другим электроном или фотоном. После его удаления во внутренней оболочке атома возникает вакансия с некоторыми квантовыми числами n, l . Вакансия может быть занята электроном с более высокой энергией; тогда при переходе выделяется энергия, равная разности энергий начального и конечного состояний при соблюдении правила отбора $\Delta l = \pm 1$. Хорошо известна приближенная формула для возможных частот характеристического рентгеновского излучения $\hbar\omega \approx R(Z - \sigma_i)^2 \left\{ \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right\}$, где σ_i – константа экранирования, равная, – $\sigma_i \approx 1$, для K -серии (переход $n \geq 2 \rightarrow n_1 = 1$), $\sigma_i \approx 7$, для L -серии (переход $n \geq 3 \rightarrow n_1 = 2$), которая в данной работе экспериментально проверяется [1, 2]. Кроме того, в работе предлагается экспериментальному подтверждению еще одна модификация закона Мозли [3].

Энергия атома с вакансией определяется (в приближении «эффективного заряда») соотношением $E_{n,l} = R_y \frac{(Z - \sigma_{nl})^2}{n^2}$ и равна энергии связи удаленного электрона, σ_{nl} – константа экранирования для nl -состояния. Энергия кванта K -линии, естественно, выразится в виде:

$$\hbar\omega(K) = E_{1s} - E_{2p} = R_y (Z - \sigma_{1s})^2 - R_y \frac{(z - \sigma_{2p})^2}{4} = R_y (Z - \sigma_{1s})^2 \left\{ 1 - \frac{E_{2p}}{E_{1s}} \right\}.$$

Тогда можно получить точное выражение для эффективного заряда

$$Z[\hbar\omega(K)] = \sqrt{\frac{\hbar\omega(K)}{R_y}} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{E_{2p}}{E_{1s}}}} = Z - \sigma_{1s}.$$

$E_{2p} \ll E_{1s}$, фактор $\left(1 + \frac{1}{2} \frac{E_{2p}}{E_{1s}}\right)$ слабо отличается от единицы, $\frac{E_{2p}}{E_{1s}} \sim 0,1$, поэтому выражение для эффективного заряда может быть представлено в виде

$$Z[\hbar\omega(K)] = \sqrt{\frac{\hbar\omega(K)}{R_y} \left(1 + \frac{1}{2} \frac{E_{2p}}{E_{1s}}\right)}.$$

Данное соотношение подлежало экспериментальной проверке и подтверждало монотонность изменения энергии квантов линий характеристического излучения с изменением заряда ядра Z .

В работе используется рентгеновское излучение медного антикатаода (рентгеновская флуоресценция). Спектр излучения трубки – непрерывный тормозной континуум плюс две яркие K_α – и K_β –линии меди. Спектр флуоресцентного излучения мишени – линии характеристического излучения атомов мишени; присутствует также непрерывный фон – результат когерентного рассеяния непрерывного тормозного излучения. В качестве мишеней используются «калибровочные» фольги титана и меди. Задача состоит в измерении энергии спектров люминесценции имеющих в арсенале практикума мишеней: фольги, кусочки кристаллических минералов, «пакетики» и др. Результаты исследований через многоканальный анализатор выводились на компьютер.

Литература

1. Блохин М.А. Физика рентгеновских лучей. – М.: Гос. изд-во тех. теор. литер, 1953, гл. 4.
2. Соколов А.А., Лоскутов Ю.М., Тернов И.М. Квантовая механика. – М.: Учпедгиз. 1962.
3. Коропченко Н.В., Красильников С.С. Законы Мозли (версия 2). – М.: МГУ, 2013.

PACS: 32.30.Rj

Experimental Study of Various Modifications of Mozellie's Low

Nataly Koropchenko

Sinp of Moscow State University, Moscow, 119234, Moscow, Leninskie Gory 2, s.1,

e-mail: nat_msu@mail.ru

Sergey Krasil'nikov, Elena Melkumova, Valentina Tarasova,

*Department of Physics, Faculty of Physics, Moscow State University,
Moscow 119899, Leninskie Gory 2, s.1; e-mail: elenamelk@physics/msu.ru*

In the report various modifications of Moslie's low in the context of the physical workshops are presented.

Keywords: atomic physical workshops, quantum mechanics.

УДК 53.07+372.853

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ОТ «НАУЧНЫХ РАЗВЛЕЧЕНИЙ» В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

Олег Александрович Поваляев¹, Сергей Васильевич Хоменко¹,
Наиль Кутдусович Ханнанов², Василий Сергеевич Морозов³

¹ООО «Научные развлечения», 115280, г. Москва, ул. Тюфелева Роща, д. 22, стр. 2;
e-mail: olegpovalyaev@gmail.com, khomenko331@mail.ru

²ООО «ИнСпектр», 142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика
Осипьяна, д. 2; e-mail: khann@dio.ru

³МОУ «Лицей 23», Московская обл., г. Подольск, ул. Свердлова, д. 48а;
e-mail: morozov.vasilyy.61@mail.ru

В работе показаны возможности использования учебного оборудования, выпускаемого компанией «Научные развлечения» в проектных работах школьников по физике. Продемонстрировано успешное применение выпускаемого стандартного оборудования, цифровых датчиков и компьютерной программы сбора и обработки данных для создания учащимися собственных установок и проведения измерений, что ведет к эффекту «субъективной новизны» для школьников в ходе выполнения исследовательской задачи. Результаты рассматриваемых исследований были отмечены дипломами лауреатов Всероссийских конкурсов научных работ школьников.

Ключевые слова: проектно-исследовательская деятельность школьников, физический эксперимент, цифровые датчики, компьютер, ФГОС.

Организация исследовательской деятельности школьников учителями представляет серьезную проблему. Одной из сторон такой проблемы является противоречие в восприятии исследовательской деятельности как получения объективно нового знания и необходимости проведения учителем такой деятельности в рамках массовой школы. Чаще всего предлагается ее решение с использованием термина «учебное исследование», требующее реализации лишь «субъективной новизны» результатов для школьника.

Предлагаемый в данной работе подход основан на том, что ученик исследует уже известную систему (объект) с использованием нового инструментария (цифровых датчиков и ИКТ). В работе рассмотрены исследования школьников, посвященных изучению резонансных явлений в трубке Кундта, особенностям резонанса Гельмгольца, измерению ускорения свободного падения при движении грузов в машине Атвуда. В ходе работы были выявлены новые особенности и количественные закономерности изучаемых явлений. Также было предложено использовать полученные результаты для улучшения методики преподавания ряда тем в курсе физики средней школы и для создания работ школьного и вузовского практикумов по физике.

В докладе обсуждаются методические приемы, использованные в реальной педагогической деятельности учителя, приведшие к успехам школьников и способствовавшие их дальнейшей профориентации. Полученные результаты говорят, что предложенный подход к организации исследовательской деятельности школьников может быть успешным и приводить к элементам «объективной новизны» в исследовании.

Литература

1. Поваляев О.А., Ханнанов Н.К., Хоменко С.В., Обучение школьников навыкам исследовательской деятельности с использованием различных наборов от «Научных развлечений», Физика в школе, 2013, № 6, с. 31.
2. Поваляев О.А., Ханнанов Н.К., Хоменко С.В., Машина Атвуда. Классика и современность, Физика в школе, 2013, № 8, с. 57.
3. Поваляев О.А., Ханнанов Н.К., Хоменко С.В., Отзвуки прошлого. Турбка Кундта. История и современность, Физика в школе, 2014, № 6, с. 48.

PACS: 01.40.ek01, 40.gb01, 50.Pa
01, 50.H-07.07.Df

Using Equipment from “Scientific Entertainment” in Project Activities of Pupils

Oleg A. Povalaev¹, Sergey V. Homenko¹, Nail K. Hannanov², Vasilii S. Morozov³

¹“Scientific entertainment” company, 115280, Moscow, UL. Tufelva Grove, d., 22;
e-mail: olegpovalyaev@gmail.com, khomenko331@mail.ru

²Company “InSpektr”, 142432, Moscow region, Moscow, UL. Academician Osip’ana, 2;
e-mail: khann@dio.ru

³ “23 Lyceum” MOU, Moscow region, Podolsk, street. Sverdlov, 48;
e-mail: morozov.vasily.61@mail.ru

The possibility of using digital labs and outfit sets (created by “Scientific entertainment” company) in project work of students in physics was shown. The researchers conducted by several schoolboys were awarded with diplomas of All-Russian conferences and determined the choice of profession of these students.

Keywords: student engineering and research activities, physical experiment, sensors, computers in education, Federal State Educational Standard.

УДК 53:372.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ МЕТЕОСТАНЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ УЧЕБНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

Валерий Александрович Белянин, Ольга Юрьевна Ростовцева

Марийский государственный университет
424002, РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей 15, ауд. 406;
e-mail: skva12@mail.ru, Olchik6995@yandex.ru

Цифровые метеостанции, измеряющие температуру и влажность воздуха, можно использовать для выполнения учащимися физического эксперимента по молекулярной физике. В качестве примера рассмотрено учебное исследование «Изучение влияния испарения воды на влажность воздуха».

Ключевые слова: цифровая метеостанция, измерение температуры и влажности, учебное исследование, влажность воздуха.

Образовательный Стандарт основного общего образования по физике предусматривает, в частности, приобретение учащимися опыта применения научных методов познания, проведения опытов и простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов. Достичь этой высокой цели с помощью эксперимента на стандартном школьном оборудовании и только во время уроков физики затруднительно, а вне уроков учащиеся не имеют доступа к оборудованию физического кабинета.

Однако большинство учащихся вне школы имеют в настоящее время доступ к электронным устройствам, измеряющих время, температуру, давление, влажность. Эти устройства по своим техническим характеристикам не уступают подобным школьным приборам. Наглядным примером таких современных и доступных для учащихся электронных устройств являются бытовые цифровые метеостанции, измеряющие температуру, атмосферное давление, влажность.

Внедрение в учебный процесс цифровых метеостанций и их использование по прямому назначению позволит создать школьный научный кружок, деятельность которого будет направлена на ежедневное отслеживание погодных условий, их фиксирование, сравнение с погодой прошлых лет. Метеостанция как физический прибор может быть задействована учителем на уроках физики и во внеурочное время для выполнения лабораторных работ и учебных экспериментов там, где необходимы точные данные о температуре воздуха, его давлении и влажности.

Особенностью этого миниатюрного цифрового прибора является наличие базового блока и выносного датчика влажности и температуры окружающего воздуха.

Базовый блок показывает температуру и влажность в двух местах одновременно: в месте своего расположения и там, где помещен выносной датчик. Именно этот выносной датчик, имеющий малые размеры, мы и предлагаем использовать для проведения учебных физических исследований по молекулярной физике.

В качестве примера рассмотрим учебное исследование «Изучение влияния испарения воды на влажность воздуха», предлагаемое учащимся старшей школы:

1) *Гипотеза*: наличие в закрытом воздушном пространстве открытых сосудов с водой увеличивает влажность воздуха за счет испарения воды. *Цель*: изучить изменение влажности воздуха в закрытом воздушном пространстве после переноса в него открытого сосуда с водой.

2) *План*: подготовить приборы и материалы, выполнить измерение влажности воздуха в комнате, поместить датчик влажности и открытый сосуд с водой комнатной температуры в пакет и герметично его закрыть, снимать показания температуры и влажности в течение 30 минут, после чего пакет открыть, записать результаты эксперимента в журнал, сделать выводы по результатам эксперимента.

3) *Рефлексия*: Оценить результаты и наметить план последующей работы.

Графически результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

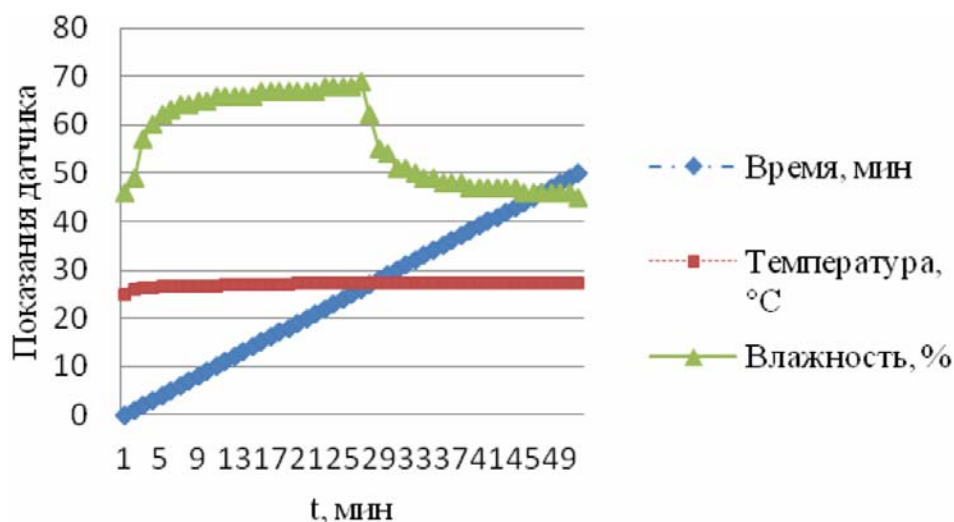


Рисунок 1. Изменение влажности воздуха при испарении холодной воды.

Влажность воздуха в комнате 44%, температура воздуха в комнате и в пакете 26–28 °C, т.е. практически постоянная, вода комнатной температуры, ее температура не измерялась, в момент времени $t=30$ мин пакет был раскрыт.

Вывод: датчики цифровой метеостанции позволяют получать количественные значения температуры и влажности воздуха, их можно использовать для постановки учебного эксперимента по молекулярной физике.

PACS: 01.40.Fk, 01.50.Pa

The Use of Digital Weather Stations to Carry Out Educational Research in Molecular Physics

Valery Belyanin, Olga Rostovtseva

*Mari State University, 424002, Mari El Republic, Yoshkar-Ola, st. Mashinostroiteley 15,
auditorium 406; e-mail: skva12@mail.ru, Olchik6995@yandex.ru*

Digital weather stations that measure temperature and humidity can be used to fulfill the students' physical experiments on molecular physics. As an example the educational research "Study of The Influence of Water Vapor in The Air Humidity".

Keywords: digital weather station, measuring temperature and humidity, educational research, humidity.

УДК 539.1.06

СОВРЕМЕННЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ НА ОСНОВЕ СИРМ И МОДУЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ CAEN

Ольга Игоревна Гавриленко¹, Александр Сергеевич Чепурнов¹,
Владимир Вячеславович Радченко¹, Массимо Качча²,
Кристина Маттоне³

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет, НИИЯФ МГУ им. Д.В. Скобелевца, 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

²Университет Инсубрия, факультет наук и высоких технологий, Виа Валледжио, 22100, Комо, Италия

³CAEN S.p.A., 55049, Виареджио, Италия

E-mail: gawrilenko.olga@gmail.com, massimo.caccia@uninsubria.it

В докладе будут представлены основные компоненты учебного комплекта на основе модульной электроники компании CAEN и опыт его применения за последнее несколько лет на специальных европейских школах, в академических институтах и российских ВУЗах.

Ключевые слова: физический практикум, кремниевые ФЭУ, флеш-АЦП, сцинтилляторы.

Приборы и методы для обнаружения и визуализации ионизирующего излучения получили мощный толчок в развитии за последние десять лет. Это стало результатом достижений в области экспериментальной ядерной физики и физики частиц, а также благодаря внедрению ядерных технологий в медицину, развитию ядерной энергетики и применения ядерных технологий в промышленности. Появление и внедрение новых технологий было таким быстрым, что сложилась ситуация, когда образовательный процесс по соответствующим специальностям отстал от процесса развития и внедрения технологий из-за естественной собственной инерционности и из-за отсутствия новых образовательных средств соответствующего уровня. Преодоление этого отставания возможно путем объединения усилий соответствующих ВУЗов и профильных промышленных предприятий.

Набор приборов, разработанный компанией CAEN представляет собой пример такого сотрудничества. За основу были взяты самые современные приборы, разработанные компанией для исследовательских целей в области ядерной физики и физики частиц. Для применения в студенческом практикуме по ядерной физике и физике частиц приборы и детекторные блоки были доработаны, до уровня, позволяющего их комбинировать и создавать на их основе задачи практикумов разного уровня сложности и специализации.

Набор блоков включает имитатор сигналов для демонстрации студентам формы импульсов на выходе детекторов излучения разных типов, статистических закономерностей сигналов и спектров различных радиоактивных источников без применения радиоактивных источников; стандартные блоки обработки сигналов с детекторов ионизирующих излучений, блока быстрого флеш-АЦП для освоения студентами основ цифровой обработки спектрометрических сигналов и алгоритмов дискриминации по форме импульсов. Специально созданный учебный комплект блоков на основе кремниевых фотоумножителей разработан для проведения серии практических задач в области регистрации фотонов, гамма-спектроскопии, наблюдения космических лучей, изучения поглощения гамма и бета излучения. Набор вышеперечисленных блоков представляет собой открытую платформу, которая находится в постоянном развитии за счет совместного вклада учебных и научных организаций.

PACS: 01.50.Qb, 01.50.Pa

Modern Nuclear Physics Practical Workshop Based on SiPM and CAEN Modular Electronics

¹Gavrilenko Olga, ¹Chepurinov Alexander, ²Radchenko Vladimir,
³Caccia Massimo, ⁴Mattone Cristina

¹*Lomonosov Moscow State University, Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, 1(2),
Leninskie gory, GSP-1, Moscow, 119991, Russia*

²*Department of Science and High Technology, University of Insubria, Via Valleggio 11,
22100, Como, Italy*

³*CAEN S.p.A., 55049, Viareggio, Italy*
gawrilenko.olga@gmail.com, massimo.caccia@uninsubria.it

The talk will introduce the basic components and report the experience over the past few years at dedicated European summer schools, European academic institutions and Russian high schools.

Keywords: physical workshop, SiPM, FlashADC, scintillators.

Instruments and methods for nuclear radiation detection and imaging have undergone a tremendous development over the past decade. This was driven by the latest generation of nuclear and particle physics experiments together with medical imaging, nuclear power generation and industrial applications. Advances were so rapid that education lagged somehow

behind, both because of the natural inertia and of the unavailability of state-of-the-art educational systems. This is being overcome by now and new platforms for high level training are appearing, driven by collaboration between industry and academic institutions.

The toolbox developed by CAEN s.p.a. represents an exemplary illustration. Based on high-end equipment designed and optimized for modern nuclear and astroparticle physics, it was customized for university students, being offered the possibility to design and perform a set of experiments starting by basic building blocks and up-to-date detectors. This is including a detector emulator, for getting students impression of the different detectors output pulse shapes without radioactive sources, front-end electronics for standard detectors, Flash ADC, for getting students acquainted with the basic of digital signal processing for spectral signals including Pulse-Shape -Discrimination, and a Silicon photomultiplier educational kit allowing to perform a series of experiments photon detection, gamma spectrometry, cosmic ray observation and beta and gamma ray absorption. The toolbox is actually an open platform in continuous evolution thanks to the contribution of the research community and cooperation with high schools.

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ КРУЖКА ПО ПОДГОТОВКЕ ШКОЛЬНИКОВ К УЧАСТИЮ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ТУРАХ ОЛИМПИАД ПО ФИЗИКЕ

Павел Сергеевич Тихонов¹, Юрий Александрович Черников²,
Алексей Александрович Якута³

¹ ГБОУ г. Москвы «Школа № 1329»

119602, Москва, ул. Никулинская, д. 10; e-mail: paveltihonov@ya.ru

² Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования г. Москвы «Центр педагогического мастерства»
119270, Москва, ул. Хамовнический вал, д. 6; e-mail: chernikov@sch1329.ru

³ Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2; e-mail: aa.yakuta@physics.msu.ru

В докладе рассматриваются учебно-методические аспекты, связанные с организацией специализированного кружка по подготовке школьников к участию в экспериментальных турах олимпиад по физике.

Ключевые слова: физический практикум, подготовка школьников, экспериментальные туры олимпиад по физике.

Необходимыми условиями для успешного выступления школьников на олимпиадах высокого уровня по физике являются выработка навыков решения задач экспериментального тура и закрепление у учащихся этих навыков. При подготовке своих воспитанников к экспериментальным турам школьных олимпиад у учителей зачастую возникает ряд сложностей, и ключевая из них – потребность в специальном оборудовании. В ряде случаев оборудование, используемое в экспериментальных задачах олимпиадного типа, выходит за рамки технических возможностей физических кабинетов школ и лицеев. Кроме того, решение многих задач, предлагаемых на олимпиадах (например, [1, 2]), содержит ряд особенностей, которые могут вызвать затруднения у преподавателя, незнакомого со спецификой экспериментальных олимпиадных задач. Поэтому высокую значимость приобретают специализированные кружки, проводимые опытными наставниками. Такие кружки дают возможность школьникам получать навыки постановки и проведения физического эксперимента олимпиадной направленности, а учителям – повышать свою квалификацию в деле экспериментальной подготовки учащихся.

Одним из образовательных учреждений, в котором ведётся целенаправленное обучение школьников технике физического эксперимента, является московская школа № 1329 [3]. На её базе в течение нескольких лет действует кружок по подготовке

школьников к экспериментальным турам олимпиад по физике. Задачи, рассматриваемые на занятиях кружка, охватывают все основные разделы школьного курса общей физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, оптика). Каждая из задач при выполнении её школьником включает в себя самостоятельную разработку методики проведения измерений, сборку экспериментальной установки, проведение эксперимента, обработку экспериментальных данных, получение результатов, оценку допущенных погрешностей, итоговое представление результатов. На всю работу отводится фиксированное время. Занятия, на которых школьники практикуются в самостоятельном решении экспериментальных задач, чередуются с лекционными занятиями, посвящёнными рассмотрению новых (для школьников) методов анализа экспериментальных данных, разбору задач, аналогичных задачам, выполненным школьниками ранее, разбору распространённых ошибок.

В рамках ведущейся кружковой работы разработан и апробирован ряд методических приемов подготовки школьников, создан и апробирован комплекс экспериментальных задач [4]. Коллектив преподавателей кружка участвует в организации ежегодных выездных олимпиадных физико-математических школ [5]. В качестве положительного результата проводимой авторами учебно-методической работы следует отметить успехи школьников, посещавших занятия кружка. Полученные знания и умения позволили им стать победителями и призёрами олимпиад высокого уровня по физике.

Литература

1. <http://www.physolymp.ru/p/> (интернет-архив задач Всероссийской олимпиады по физике).
2. <http://www.iepho.com> (сайт Международной олимпиады по экспериментальной физике «International Experimental Physics Olympiad»).
3. <http://sch1329.mskobr.ru/> (сайт Государственного бюджетного общеобразовательного учреждения города Москвы «Школа № 1329»).
4. Тихонов П.С., Черников Ю.А., Якута А.А., Зинковский В.И. Учебно-методические комплекты для подготовки школьников к участию в экспериментальных турах олимпиад по физике. // Физика в школе. – 2015 – 3. – С. 30-34.
5. <http://www.olphys.ru> (сайт «Олимпиадная физика и астрономия», информация о кружках подготовки школьников к олимпиадам по физике).

Experience of the Workshop On the Preparation of School Students to Participate in Experimental Tours of Physics Olympiads

Pavel Tikhonov¹, Yuriy Chernikov², Alexey Yakuta³

¹ *Moscow State Budgetary Educational Institution «School № 1329», Russia,
119602, Moscow, Nikulinskaya str., 10; e-mail: paveltihonov@ya.ru*

² *State Autonomous Educational Institution
of the Additional Professional Education of Moscow City
«The Centre of Pedagogical Mastery», Russia,
119270, Moscow, Khamovnicheskiy Val str., 6; e-mail: chernikov@sch1329.ru*

³ *Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University, Russia,
119991, GSP-1, Moscow, Leninskie Gory, 1, build. 2;
e-mail: aa.yakuta@physics.msu.ru*

The report examines the educational and methodological aspects related to the organization of the specialized workshop on preparing students to participate in experimental tours of Physics Olympiads.

Keywords: physical workshop, training school, experimental tours of Olympiads in physics.

УДК 372.853

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЗАДАЧА «ЗНАКОМСТВО С АНИЗОТРОПИЕЙ УПРУГИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕД С ПОМОЩЬЮ ЗВУКОВЫХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН»

Николай Дмитриевич Трушников¹, Юрий Александрович Черников²,
Алексей Александрович Якута¹

¹ Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2; e-mail: nd.trushnikov@yandex.ru,
yakuta.a.a@gmail.com

² ГБОУ г. Москвы «Школа № 1329»
119602, Москва, ул. Никулинская, д. 10; e-mail: chernikov@sch1329.ru

В работе представлено описание разработанной авторами учебной экспериментальной задачи, посвященной исследованию анизотропии свойств сред ультразвуковым и оптическим методами.

Ключевые слова: анизотропия, ультразвук, лазер, экспериментальные туры олимпиад по физике.

В настоящее время экспериментальный тур стал неотъемлемой частью многих олимпиад школьников по физике (от регионального и заключительного этапов Всероссийской олимпиады [1] до различных международных олимпиад школьников по физике [2, 3]). Задачи экспериментального тура сильно отличаются от школьных лабораторных работ: во-первых, участнику часто самому приходится продумывать ход работы, во-вторых, периодически участникам предлагаются задачи на изучение физических явлений, которые еще не были изучены в рамках школьной программы либо вообще не изучаются в школьном курсе физики. Поэтому существуют и требуют решения проблемы разработки экспериментальных задач, их постановки, теоретического описания изучаемых при выполнении задач физических явлений на доступном школьникам уровне, организации и проведения экспериментальных туров.

В данной работе рассматривается разработанная авторами экспериментальная задача «Изучение анизотропии упругих и электрических свойств сред с помощью звуковых и электромагнитных волн». В первой части задачи рассматриваются фазовый и импульсный методы измерения скорости звука, экспериментально изучается анизотропия скорости ультразвука при его распространении в дереве. Во второй части задачи исследуется анизотропия пропускания света пленкой линейного поляризатора, проверяется закон Малюса. Измеряются степени поляризации излучения различных лазерных модулей. Рассматривается устройство кругового поляризатора и способы получения круговой и эллиптической поляризации. Измеряется оптическая разность

хода между обыкновенным и необыкновенным лучами в двулучепреломляющей пленке кругового поляризатора. Таким образом, при выполнении данной задачи участники олимпиады знакомятся с понятием анизотропии физических свойств сред и экспериментально наблюдают ее для продольных (звуковых) и поперечных (электромагнитных) волн.

Литература

1. <http://www.physolymp.ru/p/> (интернет-архив задач Всероссийской олимпиады по физике), проверено 20.07.2016.
2. <http://www.iepho.com> (сайт Международной олимпиады по экспериментальной физике «International Experimental Physics Olympiad»), проверено 20.07.2016.
3. <http://ipho.org/> (сайт Международной Физической Олимпиады школьников по физике «International Physics Olympiad»), проверено 20.07.2016.

PACS: 01.50.Rt

The Experimental Problem «Acquaintance with the Anisotropy of the Elastic and Electrical Properties of the Mediums by Means of Acoustic and Electromagnetic Waves»

Nikolay Trushnikov¹, Yuriy Chernikov², Alexey Yakuta¹

¹ *Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University, Russia,
119991, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory, 1, b. 2;
e-mail: nd.trushnikov@yandex.ru, yakuta.a.a@gmail.com*

² *Moscow State Budgetary Educational Institution «School № 1329», Russia,
119602, Moscow, Nikulinskaya st., 10; e-mail: chernikov@sch1329.ru*

The paper describes the authors' experimental learning tasks devoted to the study of the anisotropy of the properties of media by ultrasonic and optical methods.

Keywords: anisotropy, ultrasound, laser, experimental tours of Olympiads in physics.

УДК 53

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ КАФЕДРЫ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ МОСКОВСКОГО ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Александр Витальевич Максимычев, Владимир Владимирович Усков

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д. 9; e-mail: maksimychav@mipt.ru, uskov.vv@mipt.ru

Лабораторный практикум общей физики обеспечивает проведение лабораторных занятий для студентов, обучающихся на 1, 2 и 3 курсах по механике, термодинамике, электричеству и магнетизму, оптике, квантовой микро и макрофизике. Лаборатории практикума занимают площадь 3500 м² и насчитывают более 500 лабораторных установок, а также более 350 действующих лекционных демонстраций. Студенты, обучающиеся по основной специальности «прикладная математика и физика», выполняют в практикуме не менее 40 лабораторных экспериментов. В лаборатории студенты работают с современными приборами, овладевают навыками экспериментальной исследовательской деятельности, учатся грамотной обработке результатов измерений и критическому отношению к ним. Практикум непрерывно развивается – создаются новые лабораторные установки, а также проводится модернизация существующих.

Ключевые слова: МФТИ, кафедра общей физики, лабораторный практикум.

PACS: 01.50.Qb

General Physics Laboratory at MIPT

A.V. Maksimychav, V.V. Uskov

Moscow Institute of Physics and Technology, 9 Institutskiy per., Dolgoprudny, Moscow Region, 141700, Russian Federation; e-mail: maksimychav@mipt.ru, uskov.vv@mipt.ru

General Physics Laboratory workshop provides Labs for students enrolled in 1, 2 and 3 courses in mechanics, thermodynamics, electricity and magnetism, optics, quantum micro-and macro Physics. Laboratory workshop cover an area of 3500 m² and employs more than 500 laboratory installations, as well as more than 350 existing lecture demonstrations. Primary students majoring in “Applied mathematics and physics”, performed in a workshop at least 40 laboratory experiments. In the lab students work with modern instruments, acquire skills of experimental research, learn proper processing of measurement results and critical towards them. The workshop is continually evolving-creating new plants and modernization of existing ones.

Keywords: MIPT, Department of General Physics, Laboratory.

ЭКСПЕРИМЕНТ НА УРОКЕ КАК ФАКТОР ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Илзе Яновна Филиппова

ГБОУ СОШ 138

195221, Санкт-Петербург, Полустровский проспект, 33, корп. 3; e-mail: ifilip@yandex.ru

В работе проанализировано место учебного эксперимента (демонстрационного и лабораторного) на уроке физики в школе и его роль в подготовке учеников к экзамену. Показано, что важным моментом, позволяющим повысить наглядность и информативность всех видов эксперимента, является использование цифровых инструментов.

Ключевые слова: физика, школа, эксперимент, цифровые лаборатории.

Для успешного обучения современных детей, живущих в ситуации перенасыщения виртуальной информацией, особенно важно максимально связать изучаемые на уроках физики явления с реальными событиями из окружающей жизни. Для выполнения этой задачи в первую очередь учитель обязан использовать учебный эксперимент во всем его многообразии: демонстрационный, фронтальный, фронтальные лабораторные работы. Особую актуальность учебный эксперимент приобретает в условиях включения эксперимента в состав аттестационных испытаний по физике.

Основные правила проведения демонстрационного эксперимента очевидны – протекание демонстрации должно быть видно всем, и детям должно быть понятно, что происходит. Для обеспечения максимальной наглядности выгодно перенести эксперимент на уроке на вертикальную плоскость, используя демонстрационные комплекты оборудования на магнитных креплениях. Особенно удобным в использовании оказались комплекты демонстрационного оборудования фирмы Phywe (Германия), в составе которых, помимо продуманных приборов, имеются разнообразные крепежные элементы на магнитных держателях (муфты, оси и т.д.), позволяющие по усмотрению учителя выстраивать элементы эксперимента на вертикальной плоскости.

Современный демонстрационный эксперимент предполагает использование цифровых измерителей. Автор работает с цифровыми лабораториями «Архимед» (Fourier, Израиль), а также Cobra4 (Phywe, Германия). Использование этого инструмента дает возможность зарегистрировать и отобразить результаты эксперимента на экране компьютера и с помощью проектора на настенном экране, а также провести быстрый анализ полученных результатов. Важно знакомить детей на уроках с возможностями цифровых лабораторий, т.к. в экзаменационных материалах ЕГЭ и ОГЭ часто используются изображения экрана компьютера с данными, полученными с

помощью цифровой регистрации. Задача учителя включать в свои демонстрации как можно больше таких экспериментов и максимально подробно разбирать на уроке полученные результаты (например, падение магнита через катушку, явление самоиндукции и т.д.).

Цифровое измерение может качественно изменить и протекание фронтальных лабораторных работ, позволить более глубоко проанализировать результаты измерений, проведенных учениками. Так, например, использование цифровой лаборатории «Архимед» при выполнении фронтальной лабораторной работы «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» дает возможность зарегистрировать графики зависимости параметров полной цепи друг от друга.

Отметим, что проведение фронтальных лабораторных работ способствует более глубокому пониманию изучаемых явлений и готовит учеников к выполнению экзаменационной работы. Важно подготовить учеников к выполнению стандартных лабораторных работ на разнотипном оборудовании, т.к. во время экзамена в аудиториях могут оказаться приборы самого широкого спектра производителей и разных годов выпуска, как это было на экзаменах в Санкт-Петербурге в 2015-16 учебном году. Самое неприятное, что даже у новых ГИА комплектов оборудования, поставленных разными организациями-поставщиками, при внешней схожести элементов (одинаковые лотки, динамометры одинакового вида и т.д.) их параметры оказались весьма различными.

PACS: 01.40.gb

Experiment in Class as a Factor in Preparing for the Exam

I.Ya. Filippova

*School 138, Polyustrovskiy Prospekt 33, bldg. 3, 195221 Saint Petersburg, Russia;
e-mail: ifilip@yandex.ru*

The paper analyzed the place of educational experiment (demonstration and laboratory) on a physics lesson in the school and its role in preparing students for the exam. It is shown that an important point that will improve the visibility and the information content of all kinds of experiment is the use of digital tools.

Keywords: physics, school, experiment, digital lab.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ЛАМИНАРНОМ ПОТОКЕ

Владимир Сергеевич Юнин

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Москва, Каширское ш., 31; e-mail: vsyunin@gmail.com

В докладе представлены результаты компьютерного моделирования сферических (круговых) волн движущегося источника.

Ключевые слова: моделирование, волновая картина, движение источника.

Будем рассматривать точечный источник гармонических колебаний с постоянной частотой. Тогда, согласно [1], для сферических волн колебания можно описать формулой:

$$A = \frac{A_0}{r} \sin\left(-\frac{2\pi}{\lambda} r\right). \quad (1)$$

Здесь A_0 – начальная амплитуда колебаний, A – амплитуда колебаний в точке наблюдения, r – расстояние между источником и точкой наблюдения, λ – длина волны. Согласно [2], механизм распространения волн можно показать на примере распространения волн на воде от периодически погружаемого в воду поплавка. Если поплавок неподвижен, вокруг него расходятся волны в форме концентрических окружностей. Если поплавок прямолинейно и равномерно движется, то окружности перестают быть концентрическими: их центры смещаются вдоль направления движения, т.е. появляется чётко выделенное направление. Обозначим θ – угол между направлением движения источника и направлением наблюдения. В этом случае колебания источника описываются формулой:

$$A = \frac{A_0}{r'} \sin\left(-\frac{2\pi}{\lambda} r'\right), \quad (2)$$

где

$$r' = \frac{r}{\left(\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} - \beta \cos \theta\right)}, \quad (2')$$

r' – расстояние между положением источника, зависящим от его скорости, и точкой наблюдения, $\beta = v/c$, v – скорость источника, c – скорость волн.

Рассмотрим ограничения, наложенные на угол θ . Подкоренное выражение в знаменателе (2') должно быть больше или равно нулю:

$$1 - \beta^2 \sin^2 \theta \geq 0. \quad (3)$$

Отсюда

$$\sin \theta \leq \frac{1}{\beta}. \quad (3')$$

Сравним формулы (1) и (2). Формула (1) описывает колебания покоящегося относительно среды источника на расстоянии r от него. Формула (2) описывает колебания на аналогичном расстоянии r движущегося источника. Видно, что разница в аргументе синуса обусловлена изменением λ , так как r одно и то же, т.е. вместо λ можно записать λ' :

$$\lambda' = \lambda \left(\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 \theta} - \beta \cos \theta \right). \quad (4)$$

Используя все вышеописанные рассуждения и формулы, для наглядной визуализации волновой картины колебаний была создана компьютерная программа в среде PascalABC.

Ниже приведены результаты моделирования для разных β :

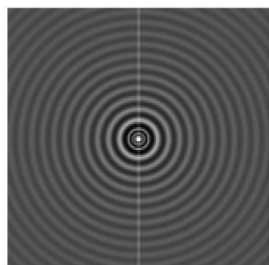


Рисунок 1(а). $\beta = 0$.

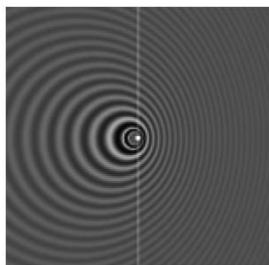


Рисунок 1(б). $\beta = 1/2$.

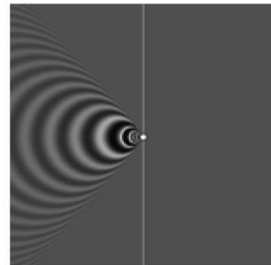


Рисунок 1(в). $\beta = 5/4$.

Компьютерное моделирование наглядно показало, как в зависимости от β меняется волновая картина.

На рисунке 1(а) видна волновая картина при $\beta = 0$ (покоящийся источник), на рисунках 1(б) и 1(в) волновые картины движущегося источника при $\beta = 1/2$ и $\beta = 5/4$ соответственно.

На рисунке 1(в) видно образование конуса Маха, который получается из условия (3) и описывается формулой (3'):

$$\sin \theta \leq \frac{1}{\beta},$$

где θ – угол при вершине конуса ударной волны.

Расчёты и результаты моделирования, приведённые в данном докладе, могут послужить основой для виртуальной и практической лабораторных работ по курсу общей физики, раздел «колебания и волны».

Литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики: в 4 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. Ред. В.И. Савельева. – М.: КНОРУС, 2009. – 576 с. – с. 325.
2. Акимов О.Е. «Естествознание: Курс лекций». – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 639 с. – С. 58-64.

PACS: 07.05.Tp

Simulation of Wave Propagation in Laminar Flow

Vladimir S. Yunin

*Moscow Engineering Physics Institute
Moscow, Kashirskoye, 31; e-mail: vsyunin@gmail.com*

The report presents the results of computer simulations of spherical (circular) waves of a moving source.

Keywords: modeling, wave picture, source movement.

Краткие сообщения

УДК 531.79

КЛАССИЧЕСКАЯ ШКОЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ВЫПОЛНЯЕТСЯ НЕВЕРНО

Дмитрий Милутинович Арсениевич¹, Алексей Владимирович Юрьев²¹НИЯУ МИФИ, ²ОЧУ Лингвистическая школа

115522, Москва, ул. Москворечье, д. 2, к. 2; e-mail: yureva@mail.ru, ar-corp@yandex.ru

В докладе объясняется, почему школьную лабораторную работу «Определение коэффициента трения скольжения» нельзя проводить в том виде, в котором она вошла во все школьные учебники физики.

Ключевые слова: лабораторная работа, коэффициент трения скольжения.

Практически во всех школах страны ежегодно проводится лабораторная работа «Измерение коэффициента трения скольжения». Эта же лабораторная работа входит в число, проводимых на экзамене по физике ОГЭ. Но по описанию, приводимому во всех школьных учебниках, выполнить правильно её невозможно.

В школьных учебниках приводится формула Амонтона $F = \mu \cdot N$, из которой выводится формула расчёта коэффициента трения скольжения. Иногда убирают слово «скольжения» и получается загадочный и непонятный «коэффициент трения». Ещё три века назад Ш. Кулон установил две причины возникновения силы трения скольжения и отразил их в формуле Амонтона–Кулона: $F = \mu \cdot N + A$, где A – сила, возникающая между поверхностными слоями молекул /атомов/ трущихся тел. В традиционной лабораторной работе эта сила не учитывается, а в зависимости от условий данная сила может превышать силу, вызванную шероховатостью тел.

Нами проведён эксперимент, отчетливо отражающий вклад сил молекулярного сцепления «трущихся» элементов, и, как следствие, меру ошибки в результате использования традиционного метода. Исследование проводится на базе стандартной платформы по изучению силы трения скольжения с применением сил гравитации, дополненной телами следующего типа. Пиковый эффект от воздействия силы A , как было выяснено экспериментально, можно наблюдать на поверхности тел, имеющих свойство «прилипать» к платформе. Таким образом, подбирая различные адгезионные покрытия для трущегося бруса и регистрируя изменения в суммарной силе трения, были получены результаты, расходящиеся с предсказанными стандартной моделью.

Очевидно, что пытаться определить коэффициент трения скольжения тем способом, который описывается в школьных учебниках (разделив силу тяги динамо-

метра на вес бруска) невозможно: погрешность может превышать истинное значение в несколько раз. К тому же, в условиях школьного кабинета невозможно создать условия эксперимента, достаточно сильно влияющие на результат: постоянство тяговой силы, постоянство времени движения, строго определённая влажность, вид распила деревянного бруска и мн. др.

Наши предложения: лабораторную работу «Определение коэффициента трения скольжения» нужно проводить на исследовательском уровне, с учётом силы межмолекулярного взаимодействия.

Литература

1. *Силин А.А.* Трение и мы. Библиотечка «Квант», вып. 57. М., Наука, 1987.
2. *Пёрышкин А.В., Гутник Е.М.* Физика-9. М., Дрофа, 2014.

PACS: 01.40.E-

Classical School Laboratory Work Performed Incorrectly

D.M. Arsenievich, A.V. Yurev

NRNU MEPHI

115522, Moscow, Moskvorech'e str., 2, bld. 2;

e-mail: ar-corp@yandex.ru, yurev.a@mail.ru

The report explains why a school laboratory work «Determination of the sliding friction coefficient» cannot be performed in the form in which it was included in all school physics textbooks.

Keywords: laboratory work, the sliding friction coefficient.

УДК 372.853

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА В ПРОЦЕССЕ РЕШЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Наталья Сергеевна Классен

МОУ «Волосовская СОШ № 2»

188410 Ленинградская область, г. Волосово ул. Ф. Афанасьева, дом 5;

e-mail: klassen_natali@mail.ru

Уроки физики не должны содержать только теоретический материал. Существуют различные способы представления эксперимента на уроках физики, один из которых решение экспериментальных задач. Экспериментальные задачи имеют большое значение и в формировании научного мировоззрения учащихся, преобразовывая книжные знания в реальный смысл. Их применение позволяет активизировать мыслительную деятельность учащихся на уроках физики. При решении экспериментальных задач не стоит пренебрегать возможностью эстетического развития личности.

Ключевые слова: экспериментальная задача, логическое мышление, эстетическое развитие.

На сегодняшний день спрос государства на технические специальности возрастает, что требует хорошей подготовки учащихся по физике. Как известно, физика – экспериментальная наука, следовательно, изучение физических явлений невозможно без экспериментов, лабораторных работ и т.д.

Один из способов обращения к практической части на уроках физики – это решение экспериментальных задач. Рассмотрение данного вида задач возможно на различных этапах урока: как при объяснении новой темы, так и при закреплении знаний; как в качестве иллюстрации рассмотренной теории, так и для проверки степени понимания изучаемого материала.

Экспериментальные задачи имеют большое значение в обучении физике, позволяя использовать оборудование, имеющееся в каждой школе. К тому же использование экспериментальных задач на уроках физики позволяет, не только активизировать деятельность учащихся, вызывая интерес к урокам, но и способствует эстетическому развитию, развитию логического мышления. Формирование логического мышления – важная составная часть педагогического процесса [2], а эстетическое воспитание школьников непростая, но очень важна задача, которую ставит перед учителями ФГОС.

Умение решать экспериментальные задачи является одним из основных показателей уровня физического развития, глубины понимания учебного материала.

Обсуждаемый тип задач дает возможность размышлять над их необычным условием, рассуждать, что вызывает и сохраняет интерес к физике. Обдумывание условия задачи предполагает не только поиск явления, о котором идет речь, и выяснение набора данных, необходимых для решения, но и требует подбора вариантов получения этих данных, конструирование логически обоснованного решения, что является лучшим способом раскрытия творческих способностей учащихся. Таким образом, на всех этапах решения экспериментальной задачи происходит развитие той или иной мыслительной операции, что в свою очередь помогает учащимся успешнее усваивать новые знания.

Экспериментальная задача может быть решена различными способами, в том числе могут быть разнообразными и варианты нахождения необходимых величин, что требует применения всего арсенала физических знаний учащегося. Рассмотрение ими различных вариантов решения, умение выбрать из них наиболее рациональные, простые, изящные свидетельствуют об умении учащегося мыслить, рассуждать, проводить правильные умозаключения. Таким образом, разбор различных вариантов решения экспериментальной задачи развивает у учащихся восприятие красоты самого процесса мышления.

На наш взгляд, целесообразно обсуждение решения экспериментальной задачи на основе различных подходов, что позволит глубже понять рассматриваемое явление, учитывать возможности предложенного оборудования, достигать получения максимально возможной точности не за счет высокой точности приборов, а за счет того, что выбран оптимальный метод измерения. Только при непосредственном сравнении различных подходов к решению экспериментальных задач учащиеся смогут оценить красоту и элегантность того или иного способа решения.

Именно эстетический компонент позволяет поднять такой вид деятельности, как решение экспериментальных, задач на новый качественный уровень.

Литература

1. *Антипин И.Г.* Экспериментальные задачи по физике в 6 – 7 классах. Пособие для учителя. М.: «Просвещение», 1974.
2. *Мельник Н.В.* Развитие логического мышления при изучении математики. // М.: «Просвещение», 2010.

PACS: 01.40.gb

Implementation of the Aesthetic Component in the Process of Solving Experimental Task in the Physics Lessons

N.S. Klassen

*Russia, Volosovsky School № 2,
188410 Leningrad region, Volosovo street. F. Afanasiev, Building 5,
e-mail: klassen_natali@mail.ru*

Physics lessons shouldn't contain only theoretical material. There are different ways of presenting the experiment at physics lessons, one of which is a solution of experimental tasks. The experimental tasks are very important in the formation of a scientific outlook of students, transforming book knowledge into a real sense. Their use allows to activate the mental activity of students at physics lessons. In solving the experimental tasks we should not neglect the possibility of aesthetic development of the individual.

Keywords: the experimental task, logical thought, aesthetic development.

УДК 573.57

«ФИЗИЧЕСКИЙ ФЕЙЕРВЕРК» ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Виталий Сафронович Антипенко, Сергей Михайлович Кокин,
Владимир Александрович Никитенко, Анна Владимировна Пауткина,
Александр Петрович Прунцев, Владимир Александрович Селезнёв

Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II
127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9; e-mail: antipenkovs7@mail.ru,
kokin2@mail.ru, nikitenko100@mail.ru, pautkinaannav@mail.ru, seleznjev1@mail.ru

На примере кафедры физики МГУПС рассмотрен опыт проведения встреч со школьниками, собирающимися поступать в технические вузы. Отмечено, что особый интерес у будущих абитуриентов вызывает рассказ о перспективных направлениях развития техники, сопровождаемый «физическим фейерверком»: своеобразным «шоу», состоящим из набора эффектных опытов, базой для проведения которых являются фонды лекционных демонстраций и лабораторного физического практикума кафедры. *Ключевые слова:* физика, физический фейерверк, опыты по физике, лекционные демонстрации.

В последние годы особую популярность приобрела такая форма работы с молодёжью, как организация мероприятий, в ходе которых демонстрируются своеобразные «шоу», основой которых является показ серий эффектных опытов по физике и химии. Главная цель этих демонстраций – стимуляция у молодёжи интереса к научному и техническому творчеству, привлечение абитуриентов к поступлению в технические университеты на инженерные специальности. В Москве подобные мероприятия регулярно проводятся в музее занимательных наук «Экспериментариум», на ВДНХ и, периодически, – на других площадках (например, «Фестиваль науки для школьников» в МГУ, 2015, в Экспоцентре, 2015 г., в здании РАН, 2016 г.). По численности аудитория, на которую рассчитан показ, может варьироваться от полного лекционного зала, до группы в 7 – 10 человек, при этом часть экспериментов построена таким образом, что зрители сами являются участниками их проведения.

В Москве в широких масштабах (на уровне организации фестивалей, создания музея) подобная деятельность широко развернулась с 2014 года. До этого её центрами являлись Политехнический музей и ВДНХ; сходные мероприятия периодически проводили некоторые московские вузы. К числу технических университетов, организующих встречи со школьниками, на которых демонстрации типа «Физический фейерверк» практикуются уже достаточно давно, относится и наш МГУПС (МИИТ). Приборная база комплекса лекционных демонстраций была заложена ещё при основании вуза в 1896 г. первыми заведующими кафедрой физики П.Н. Лебедевым и А.А. Эйхенвальдом (некоторые демонстрации используются до нашего времени). С тех

пор постановке эффектных опытов на самые актуальные в научном плане темы кафедрой всегда уделяется большое внимание. Так, например, эксперименты со сверхпроводящей керамикой (Нобелевская премия 1987 года) у нас начали демонстрироваться студентам уже в 1988 году; опыты с полупроводниковыми гибкими длинномерными электролюминесцентными источниками света – в 2001 году (спустя всего год после начала производства) и т. д. Заметим: все годы в постановке новых демонстраций охотно принимают участие студенты, причём некоторые создают их по собственной инициативе (пример – генератор Тесла).

Новые возможности в организации тематических показов по физике открылись после введения в строй Дома физики МИИТ (2010 год), включающего современный аудиовизуальный комплекс и учебную лабораторию инновационных технологий [1]. Если показ школьникам наборов физических экспериментов до того носил достаточно эпизодический характер (в основном, – в рамках Дней открытых дверей), то теперь показы стали регулярными, а сама организация такого рода работы изменилась коренным образом. Достаточно сказать, что при Доме физики постоянно действует физический семинар для школьников [2] (расписание занятий можно найти в интернете на сайте МГУПС), кафедра принимает участие в программах Департамента образования г. Москвы «Образовательные услуги – населению Москвы», «Университетские субботы», «Инженерный класс в Московской школе» и др. Непременным элементом в рамках всех этих мероприятий являются шоу «Физический фейерверк».

Показ организуется в большой лекционной аудитории, вмещающей около ста человек: на него обычно приходят не только школьники-участники физического кружка, но и их друзья, родители, учителя. Предваряет шоу краткое (15–20 минут) сообщение одного из ведущих преподавателей кафедры на тему, способную увлечь аудиторию («Передача электрической энергии на расстояние без проводов», «Высокоскоростной транспорт на магнитной подвеске», «Календарь: международные праздники и железные дороги») и т. д. В ходе рассказа активно используются возможности аудиовизуального комплекса кафедры: проекционная техника, интерактивная доска, экраны дисплеев большого размера, видеокамеры и, конечно, реальные установки, позволяющие «вживую» увидеть те эффекты, о которых идёт речь.

«Физический фейерверк» – основной этап встречи – длится 30-40 минут. Обычно он включает около двух десятков опытов, демонстрация которых дублируется проекцией видеоизображения на большой экран. Показ сопровождается общением с аудиторией: зрителям задаются вопросы, выслушиваются и обсуждаются ответы (за наиболее удачные порой вручаются призы-сувениры), ряд объектов, с которыми проводятся эксперименты, передаётся по рядам. По окончании показа желающие могут подойти к столу для демонстраций и лично повторить некоторые из опытов.

Особенностью «Физического фейерверка» является то, что среди предлагаемых аудитории экспериментов есть и такие, которые являются «нестандартными», то есть не входят в список тех, которые обычно предлагаются производителями учебного оборудования. Источником идей для них часто является продукция фирм «Научная игрушка», «Научные развлечения», магазинов типа «Необычные подарки», «Правильные игрушки», а, порой, даже обычные сувениры. Вот лишь некоторые примеры используемых демонстраций: «*Прыгающий пластилин*» (демонстрация упругого отскока шарика пластилина от поверхности) / *Кельтский камень* (демонстрация того, что закон сохранения момента импульса выполняется только, если отсутствуют внешние моменты сил) / «*Вилки на спичке*» (равновесие с опорой в одной точке) / «*Погружение «водолаза»*» (выталкивающая сила плавающих в жидкости тел зависит от величины воздушной полости внутри них) / «*Светящиеся палочки*» (хемилюминесценция) / «*Растворение*» монетки в воде» (эффект, связанный с преломлением света) / «*Поляризованный свет дисплея компьютера*».

Практика показывает: подобного рода мероприятия оказывают сильное воздействие на будущих абитуриентов, вызывая интерес к изучению законов физики и мотивируя их к поступлению в технический вуз.

Литература

1. *Кокин С.М., Никитенко В.А., Пауткина А.В.* «Дом физики» МИИТ: использование информационно-коммуникационных технологий // Физика и её преподавание в школе и вузе. XII Емельяновские чтения: материалы Всероссийской науч.-практич. конф. – Йошкар-Ола: Мар. Гос. Ун-т, 2014. – С. 78-80.
2. *Андреев А.И., Антипенко В.С., Кокин С.М., Мухин С.В., Никитенко В.А., Пауткина А.В., Прунцев А.П., Селезнёв В.А.* Кафедра физики – школьникам города // В сб. Физика в системе современного образования (ФССО-15). Материалы XIII междунар. конф., Т. 2. – СПб: Изд-во ООО «Фора-принт», 2015. – С. 62-64.

«Physical Fireworks» for Students

Vitaly S. Antipenko, Sergey M.h Kokin, Vladimir A. Nikitenko, Anna V. Pautkina,
Alexander P. Pruntsev, Vladimir A. Seleznyov

Moscow State University of Railway Engineering of the Emperor Nicholas II

127994, Moscow, ul. Obraztsova, 9, build. 9

E-mail: antipenkovs@mail.ru, kokin2@mail.ru, nikitenko100@mail.ru,

pautkinaanna@mail.ru, seleznjev1@mail.ru

Holding meetings experience with school students planning to get technical education is considered on example of department of physics of MGUPS. Story about the perspective directions of development of modern equipment accompanied with “Physical Fireworks” is noted as causing a particular interest in future entrants. Peculiar “show” contains huge set of effective experiences based for carrying out as lecture demonstrations and laboratory practical work of the department.

Keywords: physics, physical fireworks, experiments on physics, lecture demonstrations.

РАРИТЕТНЫЕ ОШИБКИ В КЛАССИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Алексей Владимирович Юрьев, Натаниль Салимович Якубов

ОЧУ Лингвистическая школа
107140, Москва, ул. В. Красносельская, д. 14А; e-mail: yurev.a@mail.ru,
Natanilyakybov@mail.ru

В докладе рассматриваются ошибки, исторически сложившиеся при выполнении лабораторной работы “Определение ускорения свободного падения при помощи математического маятника” и даются рекомендации по правильному выполнению данной работы.

Ключевые слова: лабораторная работа, математический маятник, физический маятник, ускорение свободного падения.

На протяжении по меньшей мере, двух веков лабораторная работа “Определение ускорение свободного падения при помощи математического маятника” выполняется с ошибками. Нами проведён мониторинг описания хода выполнения данной лабораторной работы. Подавляющее большинство авторов рекомендаций механически переносят ошибки, считая, что используемое ими оборудование позволит получить значение g , равное $9,8 \text{ м/с}^2$. Что интересно: подавляющее большинство школьников (студентов) в отчётах записывают искомое значение, делая вид, что проводили эксперимент. Но при используемом рекомендуемом оборудовании значение “стандартного g ” не может получиться.

Стандартное оборудование для данной лабораторной работы, выпускаемое фирмой “Научные развлечения” [1] не позволяет приблизиться к модели математического маятника. С нашей точки зрения, данная лабораторная установка нуждается в серьёзных изменениях.

К сожалению, обзор интернета показал, что в школах только лишь в одном случае данную лабораторную работу проводят на исследовательском уровне [2]; во всех других случаях проводят исследование с классическим оборудованием по стандартной схеме. В некоторых вузах эта лабораторная работа проводится точно так же, как и в школах. Но, даже рассматривая теорию работы, не проводят практическую часть на исследовательском уровне [3].

Нами проведено исследование, при каких условиях реальный маятник может наиболее полно соответствовать модели математического маятника. Об этих параметрах мы докладывали на конкурсе-конференции молодых физиков [4].

Наши предложения: лабораторную работу “Измерение ускорения свободного падения при помощи математического маятника” нужно проводить на исследовательском уровне, подбирая параметры маятника, при которых значение g будет наиболее близким к реальному.

Литература

1. <http://nau-ra.ru/>
2. Физическая лаборатория ГБОУ лицей № 1547. Лабораторная работа: Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника. Под редакцией Богданова Г.С.
3. сайт ЮФУ, <http://www.phys.sfedu.ru/>, лабораторная работа № 100
4. Якубов Н.С., Юрьев А.В. Идеальный физический маятник // Физическое образование в вузах. – 2016. – Т. 22. – № 1с. – С. 151С-152С.

PACS: 40

Rare Errors in the Classical Laboratory Work

N.S. Yakubov, A.V. Yurev

*LEU Language School**Moscow, 107140, Moscow, V. Krasnoselskaya str., 14A;**e-mail: Nataniyakybov@mail.ru, yurev.a@mail.ru*

The report examines the error, historically when performing laboratory work “Determination of the gravitational acceleration using a mathematical pendulum” and provides recommendations for the proper implementation of this work .

Keywords: laboratory work, mathematical pendulum, physical pendulum, the acceleration of gravity.

Секция V. Экспериментальная физика как основа технологического предпринимательства

Доклады

УДК 372.853

ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОФИТОЦЕНОЗА СО СТРУКТУРНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ, ПРОИСХОДЯЩИХ В НИХ ПРИ ЭТОМ

Ольга Михайловна Алыкова, Владимир Вячеславович Смирнов

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

414056, Астрахань, Татищева ул., д. 20а; e-mail: smirnov.v.aspu@mail.ru,

olga-alykova@mail.ru

Существуют многочисленные объективные свидетельства положительного влияния лазерного излучения различных длин волн и мощности на жизнедеятельность элементов агрофитоценоза. Оно проявляется в ускорении прорастания семян, повышении их всхожести, прибавке урожая. Однако исследования, связывающие результаты влияния излучения с физико-химическими изменениями структуры семян, отсутствуют. Для проведения названных исследований разработана компактная лабораторная установка для обработки элементов агрофитоценоза. Семена, подвергнутые названной обработке, будут контролироваться в первую очередь на всхожесть и урожайность, а, с другой стороны, различными физическими методами будут отслеживаться возникшие при обработке изменения их структуры.

Ключевые слова: лазерное облучение, длина волны, ИК-спектроскопия, лабораторная установка.

Существует обширный ряд исследований, свидетельствующих о том, что лазерное излучение положительно влияет на жизнедеятельность элементов агрофитоценоза. Так в работах [1,2] показано, что результаты воздействия на семена огурцов позволили получить прибавку урожая на 30%. Предметом исследования в работе [3] были семена бобовых, подвергнутые лазерному облучению различной мощности, что также вызвало ускорение их прорастания, роста и развития. В работе [4] показано, что результатом обработки He-Ne-лазером клубней картофеля явилось повышение урожая на 33%; кукурузы сорта «Молдавский» на 11%. В работе [5] лазерная обработка семян повысила полевую всхожесть семян проса в среднем на 10 %.

Таким образом, объективно зафиксирован факт положительного влияния лазерного излучения на всхожесть, жизнедеятельность и урожайность сельскохозяй-

ственных культур. Результаты этих исследований анализируются сравнительно-аналитическим методом: материал разбивается на группы, которые подвергаются воздействию лазерного излучения и контрольную группу, а затем сравниваются показатели всхожести, рост, урожайность контрольной и испытуемых групп. Однако механизм такого воздействия на элементы агрофитоценоза не исследован. В работе предпринята попытка объективно выявить физико-химические изменения, происходящие в семенах, и приводящие в общем к повышению урожайности. Для достижения поставленных целей разработана компактная лабораторная установка, позволяющая изменять длину волны лазерного излучения (красный, зеленый, синий лазер), мощность и время воздействия (дозу облучения). Семена, подвергнутые названной обработке, будут контролироваться в первую очередь на всхожесть и урожайность, а с другой стороны физическими методами, в частности, методом ИК-спектроскопии, попытаться установить изменения, происходящие в семенах после обработки их лазерным излучением.

Литература

1. Долговых О.Г., Красильников В.В, Газдинов Р.Р. Влияние лазерной обработки на семена яровой пшеницы Ирень. Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона» № 4 (часть 2), 2012 г.
2. Гаджимусиева Н.Т., Асварова Т.А., Абдуллаева А.С. Эффект воздействия инфракрасного и лазерного излучения на всхожесть пшеницы. Научный журнал «Фундаментальные исследования» 2014. – № 11 (часть 9) – С. 1939-1943.
3. Мельникова А.М., Пастухова Н.Ю. / Воздействие лазерного облучения на всхожесть семян и развитие проростков. [электронный ресурс http://www.rusnauka.com/8_NIT_2008/Tethis/Ecologia/27580.doc.htm]
4. Букатый В.И., Вечернина Н.А., Карманчиков В.П. Лазерная фотоактивация семян сельскохозяйственных культур Алтая. [электронный ресурс <http://izvestia.asu.ru/2001/1/phys/TheNewsOfASU-2001-1-phys-05.pdf>]
5. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/puti-povysheniya-polevoi-vskhozhesti-semyan-i-formirovanie-urozhainosti-zerna-prosa-obyknove#ixzz45GV727ZA>.

The Study of the Association of Laser Irradiation on the Viability of the Agrophytocenosis Elements with the Structural Changes Occurring in them

Vladimir Vyacheslavovich Smirnov, Olga Mikhailovna Alykova

*Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education "Astrakhan State University"
20a, Tatishchev st., 414056 Astrakhan;
e-mail: smirnov.v.aspu@mail.ru, olga-alykova@mail.ru*

There is numerous objective evidence of positive influence of laser irradiation of different wavelengths and power on the life of the agrophytocenosis elements. It manifests itself in accelerating of the germination of seeds, improving their germination, the yield increase. However, studies linking the effects of radiation with the physical-chemical changes in the structure of seeds are absent. To conduct these researches developed a compact laboratory system for the treatment of most agrophytocenosis elements, allowing to change the wavelength of the laser irradiation (red, green, blue lasers), the power and time of exposure (radiation dose). Seeds subjected to the treatment, will be monitored primarily on germination rate and yield, and, on the other hand, various physical methods will be monitored occurred during the processing the changes in their structure.

Keywords: agrophytocenosis elements, laser irradiation, wavelength, IR-spectroscopy, laboratory setting.

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ОБРАЗЦОВ, НАПЕЧАТАННЫХ С ПОМОЩЬЮ FDM ТЕХНОЛОГИИ

Александра Егоровна Иванова¹, Сергей Сергеевич Колмаков¹,
Борис Георгиевич Скуйбин¹, Иван Александрович Лаптев²

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр.1;
e-mail: sashka_r_c@mail.ru, karlueda@gmail.com, bgscuibin@ya.ru

² ООО «ТЕХНОГАРАНТ», 117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 28А, 2 этаж,
Технопарк «Нагатино»; e-mail: Laptev@3DQuality.ru

В докладе приводятся результаты и описание испытаний на сжатие образцов *pla* пластика, напечатанных на 3D принтере Prism Mini в зависимости от температуры экструзии, скорости печати, плотности заполнения и высоты слоя печати.

Ключевые слова: 3D печать, испытания на сжатие, *pla* пластик.

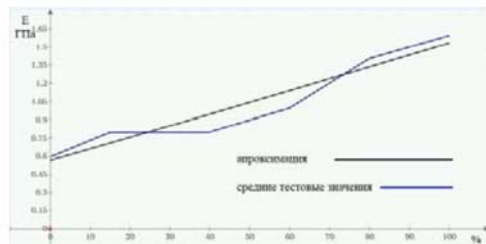
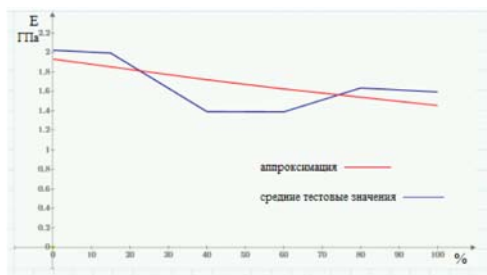
В настоящее время в России 3D печать в основном используется для создания прототипов или элементов декора. Так как прочностные характеристики печатных изделий плохо изучены, их редко применяют в технической сфере. 3D печать является активно развивающейся технологией, поэтому необходимо четкое представление касательно применимости печатных изделий.

Целью работы является определение прочностных характеристик изделий в зависимости от определенных параметров: скорости печати, процентного заполнения, высоты слоя, температуры экструзии, наличия постобработки. Наблюдение за поведением образцов при различных типах нагружения: изгибе, сжатии и разрыве. Изучение макроструктуры печатных изделий при нагружении и влияния дефектов на их прочность.

При проведении испытаний на сжатие используется универсальная испытательная машина Galdabini Quasar 50 и Zwick Z100, скорость сближения опорных площадок 50 мкм/сек в соответствии с ГОСТ 23206-78, оптическая система измерения поверхностных деформаций Vic 3D. Образцы цилиндрической формы диаметром 10 мм и высотой 25 мм. Фотографии макроструктуры сделаны с помощью микроскопа.

В экспериментах по исследованию пластика PLA фирмы REC было выявлено, что при варьировании процента заполнения модуль упругости первого рода меньше в 1.6-2.6 раза по сравнению со значением для литого из данного пластика образца, равного 3,3 ГПа. При изменении температуры, фиксированном 15% заполнения, – в 1,5-1,8 раза.

Для примера ниже представлен график зависимости E от процентного заполнения, при учете действительной площади сечения образца (справа) и без, что может быть удобно для приближенного просчета прочности печатаемой детали (слева):



Затем более детально был разобран именно механизм разрушения образцов, которые стало необходимо рассматривать как изделие, решающую роль в прочностных характеристиках которого скорее играет технология изготовления и ее брак. С помощью оптической системы возможным стало просмотреть относительные смещения по всей поверхности образца, что позволило сравнить дефекты печати и механизмы разрушения.

PACS: 81.05.Lg

Research on the Strength of Samples Printed Using FDM Technology

Alexandra Ivanova¹, Sergey Kolmakov¹, Boris G. Skuybin¹, Ivan Laptev²

¹ *BMSTU, Moscow, 105005, Moscow, Second Bauman Street, 5, Building 1;*
e-mail: sashka_r_c@mail.ru, karlueda@gmail.com

² *“TekhnoGarant”, 117105, Moscow, Warsaw highway, d. 28A, 2nd floor,*
Technopark “Nagatino “; e-mail: Laptev@3DQuality.ru

The report presents the results and description of compression testing pla plastic samples, printed on Prism Mini 3D printer depending on the extrusion temperature, print speed, density and height of the filling layer printing.

Keywords: 3D printing, compression testing, pla plastic.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СВЕЯЩЕГОСЯ ПЛЕКСИГЛАСА С ДОБАВКАМИ ЛЮМИНОФОРА

Валерий Петрович Герасимов, Роман Николаевич Ростовцев

Тульский государственный университет, г. Тула,
300600, г. Тула, просп. Ленина, 92; e-mail: romarost@rambler.ru

В основу технологии получения люминесцирующих пигментов для полиметилметакрилата и других материалов положены результаты фундаментальных исследований процесса люминесценции оксидов и сульфидов металлов. Разработана конструкция лабораторной установки для изучения спектральных и временных характеристик на базе спектрометра СДЛ-1, которая используется в физическом практикуме для студентов-химиков ТулГУ. Обсуждены оптимальные варианты геометрии освещения образцов, схема регистрации и обработки спектров люминесценции.

Ключевые слова: Люминесценция, люминофор, плексиглас, модернизированный спектрометр СДЛ-1 с модулятором.

Окрашивание полиметилметакрилата (ПММА, плексиглас, цветное оргстекло) широко применяется в строительстве, рекламном бизнесе, элементах интерьера, медицинской технике, оптике и т.д. ПММА получают путем полимеризации акриловой смолы, а красящие пигменты добавляют на стадии расплавления метилметакрилата. В течение длительного времени отечественными [1] и зарубежными исследователями были разработаны составы люминофоров на основе сульфидов и оксидов металлов (алюминия, стронция, лантана и др.), обеспечивающих длительность послесвечения в темноте (фосфоресценцию) до 8-12 часов. Они имеют широкую световую гамму, долговечны и абсолютно безопасны.

Целью работы являлось создание лабораторной установки для получения спектральных и временных характеристик люминесценции образцов. Установка используется в физическом практикуме для студентов-химиков по дисциплине «Строение вещества». Собрана на базе спектрометра СДЛ-1 с модуляцией светового потока механическим модулятором с частотой 500 Гц и фотоэлектрической регистрацией фотоумножителем ФЭУ-69 и осциллографом С-1-19. Длина волны люминесцирующего излучения и его осциллограмма в процессе регистрации снимаются на видеокамеру с последующей обработкой на ПК. Рассмотрены различные схемы возбуждения люминесценции образцов. Фотолюминесцентный краситель серии MS придает оргстеклу ярко выраженный цвет (красный, оранжевый, зеленый) при освещении любыми источниками света, но имеет невысокую интенсивность и продолжительность. Фотолюминесцентный краситель серии МТ на основе алюмината

стронция (SrAl_2O_4) с добавками придает стеклу интенсивную люминесценцию с длительностью послесвечения в темноте до 4 часов. Лидером в области создания технологии люминесцентных материалов является компания Nox Toh Technologies, которая разработала люминесцирующий пигмент ТАТ-33 с длительностью высвечивания 12 часов и хорошим соотношением «цена-качество». Обсуждены вопросы, связанные с терминологией методикой измерения времени высвечивания.

Литература

1. Волкова Е.К., Кочубей В.И. Люминесценция и фосфоресценция наночастиц сульфида кадмия // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. - № 4. – С. 197-200.

PACS: 42.70.Jk

Fluorimetric Analysis of Glowing Fluorescent-Filled Plexiglass

Valery Gerasimov, Roman Rostovtsev

Tula State University

Russia 300600 Tula, Lenin pr., 92;

e-mail: romarost@rambler.ru

The manufacturing technology of luminescent pigments for PMMA and other materials is based on basic research of the metal oxides and sulphide luminescence process. A lab facility for studying spectral and temporal properties with the SDL-1 spectrometer has been designed. The facility is used in the Practical Physics course for the TSU students majoring in chemistry. The optimal specimen illumination arrangement, data recording and luminescence specter processing have been discussed.

Keywords: luminescence, luminophore, plexiglass, retrofitted SDL-1 spectrometer with a modulator.

- Авдеев Н.А. 70
Аганов А.В. 219
Аксёнов В.А. 63
Алыкова О.М. 274
Андреев Е.А. 66
Антипенко В.С. 268
Арсениевич Д.М. 263
Афанасьев С.В. 144
Афонькина Н.А. 189
Ашихмин В.С. 202
- Бабаева М.А. 68
Баранов И.В. 19
Барбашина Н.С. 233
Барилко В.С. 146
Барышева Т.Б. 205
Бахтибаева С.А. 31
Белавин В.А. 61
Белозор Д.А. 191
Бельшев С.С. 237
Белянин В.А. 119, 246
Березина О.Я. 70, 103
Берестов А.Т. 202
Беркимбаев К.М. 31
Беспаль И. И. 226
Бирюков В.Я. 223
Блохин В.С. 28
Бориев И.А. 106
Борщеговская П.Ю. 196
Босенко А.А. 110
Бочкарева О.Н. 226
Быков С.Д. 38
- Вараксина Е.И. 229, 240
Варзарь С.М. 196
Винтайкин Б.Е. 31, 38
Винтайкин И.Б. 31
- Власов Е.Ю. 157, 194
Вяххи Е.Н. 72
- Гавриленко О.И. 196, 249
Гавриленкова И.В. 112
Галиуллина Л.Ф. 219
Ганченкова М.Г. 233
Герасимов В.П. 279
Гладышев В.О. 208
Горелик В.С. 184, 208
Горчаков Л.В. 150
Грабов В.М. 22, 155
Григорьев С.В. 166
Григорьева М.С. 235
Гуйдалаева Т.А. 114
Гусейханов М.К. 114
- Демидов Е.В. 155
Демьяненко В.И. 194
Дешабо В.А. 202
Дмитриева И.А. 202
Долгинцев Д.М. 22
Долгушин С.А. 202
Долчинков Н.Т. 35
Донскова Е.В. 231
- Евдокимов И.Н. 212
Елисеев Н.Ю. 212
Ермолаева Н.В. 148
- Жаров С.С. 184
Жук А.В. 184
- Задорожный Н.А. 38, 77, 91
Закоморный И.А. 157
Заседатель В.С. 150
Зверева И.М. 74, 237

- Зимин А.М. 139
- Иванова А.Е. 153, 277
- Иванюк Ю.О. 80
- Игнатъева Е.А. 85
- Индришенок В.И. 174
- Исаев Д.А. 216
- Каблукова Н.С. 155
- Казакова Е.Л. 103
- Казарина Н.Ю. 74
- Калачев Н.В. 25, 47, 63
- Караиванова–Долчинкова Б.Е. 35
- Каргин Н.И. 233
- Карпухин В.И. 159
- Качча М. 249
- Киктенко Е.О. 157, 194
- Ким Д.Ч. 159
- Классен Н.С. 265
- Клячин Н.А. 162
- Коврижных Д.В. 117
- Козырев А.В. 191, 214
- Кокин С.М. 25, 47, 63, 268
- Колесников А.Ю. 205
- Колесников Ю.Л. 19
- Колмаков С.С. 153, 277
- Комаров В.А. 22, 155
- Корогодина Е.В. 91
- Королев А.А. 19
- Коропченко Н.В. 242
- Косов В.И. 202
- Костарев С.В. 57
- Кравченко Н.С. 89
- Красильников С.С.† 242
- Крикунова М.П. 164
- Крохин О.Н. 235
- Крусанов Г.А. 196
- Кузнецов А.П. 233
- Кузнецов Н.В. 200
- Кузнецова А.В. 119
- Кузнецова И.В. 40
- Курашев С.М. 99, 122, 126
- Курьяков В.Н. 202
- Кучеров В.Г. 205
- Кэбин Э.И. 74
- Лабендик В.П. 223
- Ланкин С.В. 80
- Ланцов А.В. 191
- Лапина Л.Г. 166
- Лаптев И.А. 153, 277
- Ларионов В.В. 170
- Леонова Н.А. 128
- Лидер А.М. 170
- Лосев А.П. 212
- Лужков А.А. 82
- Лукин К.Б. 85
- Лысенко Е.Б. 43
- Майер В.В. 229, 240
- Матвеева Л.М. 59
- Маттоне К. 249
- Максимычев А.В. 257
- Малов Д.А. 157
- Малышев К.Ю. 237
- Мараков В.Д. 38
- Матвеева Л.М. 59
- Матрончик А.Ю. 162
- Машуков А.В. 131
- Машукова А.Е. 131
- Мелкумова Е.Ю. 242
- Мисюрин С.Ю. 233
- Митрюхин Л.К. 172
- Михайличенко Ю.П. 87

- Морозов А.Н. 139, 142, 182
Морозов В.С. 244
Морозов С.Б. 66
Мухина Е.Д. 205
- Назаров А.Н. 157
Назаров А.И. 50
Недопекин О.В. 219
Неруш М.Н. 146
Никитенко В.А. 25, 47, 268
Новиков А.В. 194
- Остроумова Ю.С. 57, 101
- Павлова Т.О. 137
Пак В.В. 170
Пауткина А.В. 25, 47, 268
Певцов Е.Ф. 174
Перебасова В.М. 164
Песоцкий Ю.С. 28
Петрова О.В. 166
Платонов А.А. 50
Поваляев О.А. 166, 178, 244
Подварков Г.Г. 61
Попова И.О. 82
Портнов Д.И. 208
Пронин В.П. 22
Прохорова Е.И. 50
Прунцев А.П. 268
Пурышева Н.С. 216
- Радченко В.В. 61, 196, 249
Ратушный В.И. 148
Ревинская О.Г. 89
Романова Т.Н. 182, 200, 210
Ростовцев Р.Н. 279
Ростовцева О.Ю. 246
- Рудаков И.В. 182
Рыжиков С.Б. 133
Рыжикова Ю.В. 133
Рычгорский В.В. 101
- Саидахметов П.А. 31
Саккулин Д.Г. 144
Салбиева Л.Р. 210
Самойленко Д.А. 186
Сапожников И.В. 186
Севастьянов Д.А. 148
Селезнёв В.А. 268
Семенова Е.Ю. 22
Семенова Т.А. 135
Сергеева О.В. 103
Скворцов А.И. 53, 180
Скуйбин Б.Г. 93, 142, 153, 157, 182, 184,
194, 200, 210, 277
- Скуратов Н.В. 186
Смирнов В.В. 95, 210, 274
Смирнов Е.В. 93
Сомиков А.В. 237
Сорока И.В. 235
Сотириади Г.Н. 160
Степанова Т.Р. 72
Стефанова Г.П. 95
Стоянова М.Я. 150
Стриханов М.Н. 233
Сусь Б.А. 59
- Тарасова В.В. 242
Таурский Д.А. 219
Тимченко С.Л. 38, 77, 91
Тихонов П.С. 252
Третьякова О.Н. 55
Тройнов В.И. 139
Трушников Н.Д. 255

Тупицын И.М. 235
Турмамбеков Т.А. 31

Усачев К.С. 219
Усикова Ю.А. 148
Усков В.В. 257

Федосов В.А. 184
Фесан А.А. 212
Филатов В.В. 208
Филиппова И.Я. 258
Фишман А.И. 53
Фроня А.А. 235

Хангулян Е.В. 162
Ханин С.Д. 57, 101
Ханнанов М.Н. 178
Ханнанов Н.К. 178, 244
Хинич И.И. 22, 82
Хоменко С.В. 166, 178, 244
Хянин А.А. 70

Чепурнов А.С. 196, 249
Черников Ю.А. 252, 255
Черноуцан А.И. 205

Черняев А.П. 196
Чиликанова Л.В. 137
Чураков А.В. 144

Шаврина К.В. 194
Швыйковский А.А. 214
Шестаков В.В. 235
Широков Е.В. 74
Шкарупелов Е.С. 184
Шошин Е.В. 28
Шумов А.В. 139

Щетинин Г.А. 182, 210

Юдин Д.И. 202
Юдин И.К. 202
Юнин В.С. 260
Юрасов Н.И. 77
Юрасова И.И. 77
Юрьев А.В. 263, 272

Якубов Н.С. 272
Якута А.А. 252, 255
Янин Л.А. 74
Яшин И.И. 235



www.3bscientific.ru

ФИЗИКА

МЕХАНИКА

ВОЛНЫ И ЗВУК

ЭНЕРГИЯ
И ОКРУЖАЮЩАЯ
СРЕДА

ТЕПЛОТА
И ТЕРМОДИНАМИКА

СВЕТ И ОПТИКА

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
И МАГНЕТИЗМ

ФИЗИКА
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ
ЧАСТИЦ

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

ОПЫТЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРОВ

ЛАБОРАТОРНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ПРИБОРЫ

3B Scientific

A worldwide group of companies



www.3bscientific.ru

ФИЗИКА

МЕХАНИКА

ВОЛНЫ И ЗВУК

ЭНЕРГИЯ
И ОКРУЖАЮЩАЯ
СРЕДА

ТЕПЛОТА
И ТЕРМОДИНАМИКА

СВЕТ И ОПТИКА

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
И МАГНЕТИЗМ

ФИЗИКА
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ
ЧАСТИЦ

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

ОПЫТЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРОВ

ЛАБОРАТОРНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ПРИБОРЫ



Партнеры Конференции



3B Scientific
A worldwide group of companies

**учебное
оборудование
по ФИЗИКЕ**

3bscientific.ru

Механика
Термодинамика

Электричество
Оптика

Ядерная физика
Современная физика

Партнеры Конференции

3B Scientific

A worldwide group of companies www.3bscientific.ru



ФИЗИКА

**учебное оборудование и
лабораторный практикум**



Механика

Волны и звук

**Энергия и
окружающая
среда**

Термодинамика

**Опыты с
использованием
компьютера**

Оптика

**Электричество и
магнетизм**

**Физика
элементарных
частиц**

Ядерная физика

**Измерительные
приборы**

**Лабораторное
оборудование**

196084, Санкт-Петербург, Московский пр., д.79А лит. А, офис 400
Телефон: +7 812 3342223 • Факс: +7 812 3347150
E-mail: sales.spb@3bscientific.com
www.3bscientific.ru

Партнеры Конференции

3B Scientific®

Мировой производитель учебного оборудования по физике



...going one step further



U18575
Электровакuumный
прибор с узким пучком
электронов



U19155
Электровакuumный
прибор с отклоняющей
системой



U14416
Спектрометр -гониометр



U15300-230
Генератор Ван де Граафа

UE502030-230
Опыт Франка-Герца с ртутью



ООО «3Б Сайнтифик»

196084, г.Санкт-Петербург, Московский пр., д.79А, оф.400
тел. (812) 334-22-23, факс (812) 334-71-50
sales.spb@3bscientific.com www.3bscientific.ru



Мы рады предложить Вам продукцию всемирно известной немецкой компании **Leybold Didactic (LD)**, официальным дистрибьютором которой на территории России является наша компания **ООО «ВЕКТОР»**



Ассортимент продукции позволяет предложить Вам:

- готовые решения, выполненные в виде наборов
- отдельные составляющие для лабораторных и практических работ.

Все оборудование является модульным, что позволяет применять его в сочетании:

- с оборудованием, уже имеющимся в Вашей лаборатории
- с другими модулями фирмы Leybold Didactic.

На предлагаемом нами оборудовании, возможно, проводить как классические эксперименты, так и эксперименты, разработанные под специальную задачу.

Чтобы получить более подробную информацию (каталог, прайс), Вы можете сделать нам запрос, в каком виде Вы хотели бы получить каталог (электронный, бумажный)

E-mail: ld-didactic@mail.ru;
albina1969@mail.ru;
Тел.: +7 (812) 670-47-36
+7 (962) 680-48-53
www.ld-didactic.de

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ФИЗИКЕ XXI ВЕКА

ООО "ВЕКТОР"

Официальный представитель
компании LD Didactic
на территории России

E-mail: ld-didactic@mail.ru;

albina1969@mail.ru;

Тел.: +7 (812) 670-47-36

+7 (962) 680-48-53

www.ld-didactic.de



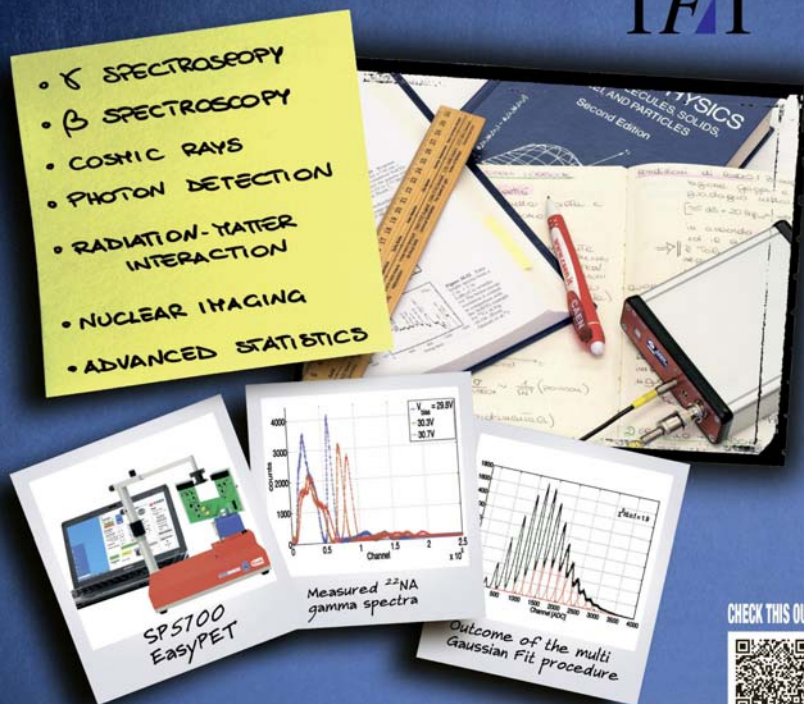
- инновационные конструкторские и дизайнерские решения
- высокая функциональность и эргономичность
- надежность, безопасность и комфортность в эксплуатации
- модульность конструкций
- методическое обеспечение

Немецкая компания Leybold Didactic GmbH – ведущий в мире производитель учебного оборудования для кабинетов физики, химии, биологии.

Компания имеет более чем 150-летний опыт в изготовлении, поставке и сервисе оборудования для фундаментального обучения в средних школах и университетах.

n edu CAEN Educational

TFT



The future of University Educational Labs is here!

CAEN brings the experience acquired in more than 35 years of collaboration with the High Energy & Nuclear Physics community into the University educational laboratories by providing modern physics experiments based on the latest technologies and instrumentation.

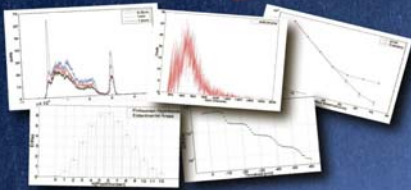
Developed together with the University of Insubria (Como - IT), the Educational Kits are modern and flexible platforms for teaching the fundamentals of Statistics & Particles Detection.

n edu www.caen.it/educational

JSC "TECHNOFINANCETRADE"
121248, MOSCOW, Kutuzovsky prospect 12
www.technofinancetrade.ru
+ 7 (499) 346-06-96

Modern and Nuclear Physics Kits

TFT



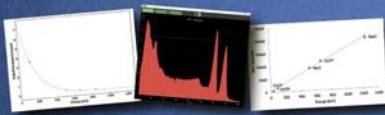
The kits are configured to perform several experiments, covering different Physics fields.

- Three Educational kits are available:
- SP5600C Educational Gamma Kit
 - SP5600D Educational Beta kit
 - SP5600EEducational Photon kit

A Premium Version, SP5600AN, including all the components of the three kits is also available.

Applications

- γ Spectroscopy: from system linearity to radiation absorption, Photonuclear and Compton Scattering cross sections
- β Spectroscopy: from energy spectrum to thickness measurements
- Cosmic rays: from cosmic rays detection to cosmic vertical flux measurement
- Photon detection: light distribution and single photon detection
- Radiation-Matter Interaction: from scintillating materials to absorber materials comparison
- Advanced Statistics



The Emulation Kit allows to perform a series of lab experiments without using a radioactive source and a detector but simulating the signals produced by the interaction of particles with the detecting unit.

Emulation Kit

Applications

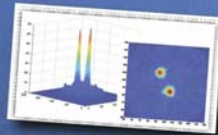
- γ and α Spectroscopy and System Linearity
- Real Energy spectrum emulation
- Noise emulation
- Time distribution Emulation (Poissonian)
- Statistics



EasyPET




The EasyPET is a user friendly and portable PET system, designed to explore the physical and technological principles of the conventional human PET scanners. Thanks to a technology developed by University of Aveiro (PT), the EasyPET uses only two detectors to execute a PET scan, simplifying the set-up to make it accessible to Educational Laboratories.



Applications

- γ Spectroscopy and System Linearity
- Positron Annihilation Detection
- Nuclear Imaging
- Two-dimensional Reconstruction of a Radioactive Source
- Source Spatial Resolution
- Efficiency measurements

For more information on Kits and Experiments download the Educational Catalog!

 www.caen.it/educational

АО «ТЕХНОФИНАСТРЕЙД» – официальный представитель итальянского производителя электронного оборудования CAEN SpA.

Компания CAEN – единственный производитель в мире, предоставляющий полный спектр систем электропитания высокого/низкого напряжения, крайтов, систем сбора данных и готовых решений для спектроскопии, соответствующих стандартам IEEE для ядерной физики и физики элементарных частиц. Передовые технологии позволяют активно сотрудничать с крупнейшими научно-исследовательскими центрами по всему миру.

JSC "TECHNOFINANCETRADE"
121248, MOSCOW, Kutuzovskiy prospect 12
www.technofinancetrade.ru
+ 7 (499) 346-06-96



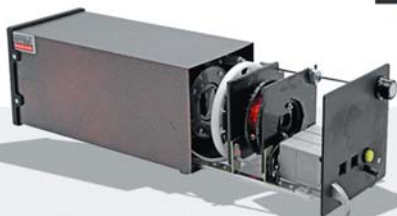
Партнеры Конференции



Российский
разработчик и производитель
учебного оборудования

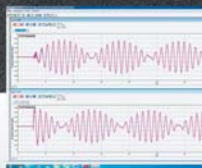
nau-ra.ru

ВЫСШАЯ ШКОЛА



Более 20 лет мы разрабатываем и производим для Вас учебное оборудование. Основной особенностью создаваемых нами лабораторий является комплексное использование компьютерных измерительных технологий на основе собственной датчиковой системы и программного обеспечения. Для естественнонаучных дисциплин нами были разработаны подробные методические материалы, соответствующие требованиям учебных программ Министерства образования Российской Федерации.

Учитывая свой опыт разработки образовательных продуктов и вновь открывающиеся перспективы, обусловленные применением современных информационных технологий, мы существенно расширили круг рассматриваемых проблем. Тенденция популяризации научных знаний и необходимость ранней мотивации учащихся заставила нас серьезно заняться смежными вопросами.



nau-ra.ru/education/higher-education/

143900, Московская обл., г. Балашиха,
Никольско-Архангельский мкр., ул. 2-я Линия, д. 18

Контактный телефон: 8 (495) 641-7587,
e-mail: manager@nau-ra.ru

Партнеры Конференции

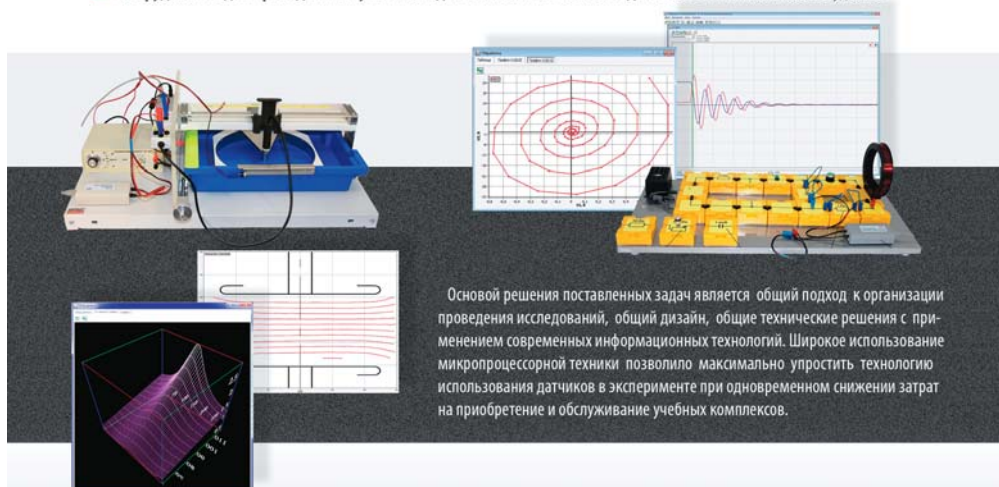


Российский
разработчик и производитель
учебного оборудования

КОНЦЕПЦИЯ

nau-raru

- Развивающие наборы для дополнительного образования, ставящие своей целью приобщение школьников к эксперименту
- Образовательные учебные комплексы по естественно-научным дисциплинам для средней школы
- Оборудование лабораторий для специальных и высших учебных заведений
- Оборудование для проведения научно-исследовательской и поисковой деятельности школьников и студентов



Основой решения поставленных задач является общий подход к организации проведения исследований, общий дизайн, общие технические решения с применением современных информационных технологий. Широкое использование микропроцессорной техники позволило максимально упростить технологию использования датчиков в эксперименте при одновременном снижении затрат на приобретение и обслуживание учебных комплексов.

Мы всегда рады быть полезными Вам, ибо считаем, что успех возможен только тогда, когда мастерство преподавателя сочетается с использованием современного оборудования.

nau-ra.ru/education/higher-education/

143900, Московская обл., г. Балашиха,
Никольско-Архангельский мкр., ул. 2-я Линия, д. 18

Контактный телефон: 8 (495) 641-7587,
e-mail: manager@nau-ra.ru