

**Министерство образования Российской Федерации  
Российская академия наук  
ФЦП «Интеграция»  
Ассоциация кафедр физики технических вузов России  
Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук  
Комитет по образованию Администрации Санкт-Петербурга  
Совет ректоров Санкт-Петербурга  
Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и  
оптики (технический университет)  
Объединенное физическое общество Российской Федерации  
Московское физическое общество  
Научно-образовательный центр ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН  
Российское научно-производственное объединение “Росучприбор”  
Журнал “Физическое образование в вузах”**

# **С О В Р Е М Е Н Н Ы Й Ф И З И Ч Е С К И Й П Р А К Т И К У М**

Сборник тезисов докладов VII учебно-методической конференции стран Содружества

под редакцией Н.В. Калачёва и М.Б. Шапочкина

г. Санкт-Петербург, 28 - 30 мая 2002 года

Издательский дом Московского физического общества

Москва

2002 год

**ЖУРНАЛ**  
**Физическое образование в вузах**

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
МОСКОВСКОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО,  
РНПО “РОСУЧПРИБОР”

119991, Москва, ГСП-1,  
Ленинский пр. 53,  
Издательский дом МФО

Телефоны: (095)132-66-51, 132-66-57  
Факс: (095)135-79-95  
E-mail: kalachev@sci.lebedev.ru

Уважаемые коллеги!

Издательский дом Московского Физического общества продолжает подписку на журнал “Физическое образование в вузах”. Наш журнал двуязычный (принимаются статьи на русском и английском языках) и распространяется в странах СНГ.

Главный редактор журнала - академик Российской академии наук, профессор МИФИ, директор Физического института им. П.Н. Лебедева РАН О.Н. Крохин.

Наш журнал является единственным, охватывающим все актуальные вопросы преподавания физики в вузе. Web страница журнала в сети Интернет:

<http://www.lebedev.ru/pages/pinhe/>

**Основные разделы журнала**

1. Концептуальные и методические вопросы преподавания общего курса физики в вузе, техникуме, колледже.
2. Вопросы преподавания курса общей физики в технических университетах.
3. Современный лабораторный практикум по физике.
4. Демонстрационный лекционный эксперимент.
5. Методика аудио-, видео- и компьютерного обучения.
6. Вопросы преподавания общего курса физики в педвузах и специальных средних учебных заведениях.
7. Текущая практика маломасштабного физического эксперимента.
8. Связь общего курса физики с другими дисциплинами.
9. Интеграция Высшей школы и Российской Академии наук.

Журнал издается объемом около 21 печатного листа ежеквартально, тиражом около 500 экз. Мы готовы опубликовать Ваши рекламные материалы, заказные статьи и другие коммерческие проекты. Информацию о расценках на эти услуги и условиях подписки можно получить в редакции.

Журнал внесен в "Каталог. Газеты и журналы". Агентство “Роспечать”. Индекс 71371.

**УСЛОВИЯ ПОДПИСКИ**

Стоимость подписки на год - 480 рублей с 1 января 2002 г.

Банковские реквизиты ООО "Издательский дом МФО":

р/с № 40702810038280100249 в Донском отделении СБ № 7813, г. Москвы,  
к/с № 30101810400000000225, БИК 044525225, ИНН7736045853.

В платежке указать назначение платежа “За подписку на журнал” и точный адрес для рассылки.

**ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ**  
**«СОВРЕМЕННЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ 2002»**

**27 мая 2002 года**

- 11-00 - 18-00      Регистрация (СПб ГИТМО (ТУ),  
ул. Саблинская, д.14; справочный телефон 8-812-233-8897)  
Поселение иногородних участников конференции в гостиничном  
комплексе «Наука» (пр. Энгельса, 65; ст. метро «Удельная»)

**28 мая 2002 года**

- 9-00 - 10-00      Окончание регистрации (Научно-образовательный центр НОЦ ФТИ,  
ул. Хлопина, 8, к. 3, телефон 8-812-534-5838)
- 10-00 - 11-45      Открытие конференции. Приветствия участникам и гостям  
конференции. Выступления председателей секций.
- 11-45 - 12-15      Кофе-брейк
- 12-15 - 14-00      Продолжение пленарного заседания (НОЦ)
- 14-00 - 15-00      Обед
- 15-00 - 18-00      Посещения Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе,  
Санкт-Петербургского государственного технического университета  
(кафедра экспериментальной физики)
- 20-00 - 22-00      Торжественный ужин (СПб ГИТМО (ТУ),  
ул. Саблинская, д.14; справочный телефон 8-812-233-8897)

**29 мая 2002 года**

- 9-30                Размещение стендовых докладов
- 10-00 - 13-00      Работа в секциях (СПб ГИТМО (ТУ),
- 13-00 - 14-00      Открытие выставки лабораторного оборудования (читальный зал  
библиотеки), посещение кафедры физики СПб ГИТМО (ТУ)
- 14-00 - 15-00      Обед
- 15-00                Отъезд на автобусах на экскурсию в Петергоф

**30 мая 2002 года**

10-00 - 13-00	Работа в секциях в СПб ГИТМО (ТУ)
13-00 - 14-00	Обед
14-00 - 17-00	Работа в секциях, Круглый стол
17-30	Закрытие конференции, принятие меморандума

В рамках конференции планируется работа следующих секций:

**I. Концептуально-методические вопросы физического практикума**

**Рук.:** Анатолий Деомидович ГЛАДУН, профессор МФТИ (ГУ)

**Вадим Константинович ИВАНОВ, профессор СПб ГТУ**

**II. Лекционный и лабораторный физический эксперимент в вузах**

**Рук.:** Геннадий Георгиевич СПИРИН - профессор МГАИ (ТУ)

**Сергей Константинович СТАФЕЕВ, профессор СПб ГИТМО (ТУ)**

**III. Специальный физический практикум**

**Рук.:** Сергей Аркадьевич КОЗЛОВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)

**Александр Сергеевич ЧИРЦОВ, профессор СПб ГУ**

**IV. Физический практикум в школе**

**Рук.:** Владимир Иванович НИКОЛАЕВ, профессор МГУ

**им. М.В. Ломоносова**

**Александр Викторович СМИРНОВ, профессор МПГУ**

**Вопросы применения компьютеров, аудио- и видео-средств в учебном физическом эксперименте будут рассматриваться в рамках секций и круглых столов.**

**Сборник тезисов докладов VII-й учебно-методической конференции стран Содружества "Современный физический практикум" - М. Издательский дом МФО", 2002 г. - 310 с. Печ. л. 38,75, печать 60x90/8. Тираж 300 экз.**

**Под редакцией Н.В. Калачёва и М.Б. Шапочкина. На русском языке.**

Сборник содержит тезисы докладов, рекламные материалы.

**VII научно-методическая конференция стран СНГ  
"Современный физический практикум"  
(28-30 мая 2002 года, Санкт-Петербург)**

**Программный комитет**

**Сопредседатели:**

**Алферов Жорес Иванович**, директор Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (РАН), председатель Санкт-Петербургского научного центра РАН, академик РАН (Санкт-Петербург)

**Крохин Олег Николаевич**, директор Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, профессор Московского государственного инженерно-физического института (технического университета), академик РАН (Москва)

**Заместители председателя:**

**Васильев Владимир Николаевич**, заместитель председателя Совета ректоров Санкт-Петербурга по науке, ректор Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета), профессор (Санкт-Петербург)

**Голубева Татьяна Ивановна**, председатель Комитета по образованию Администрации Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург)

**Члены программного комитета:**

1. **Баранников Анатолий Витальевич**, начальник Департамента общего среднего образования Министерства образования Российской Федерации (Москва)
2. **Галяс Юрий Архипович**, директор Днепропетровского СКБ (Украина), доцент
3. **Гладун Анатолий Деомидович**, заведующий кафедрой физики Московского государственного физико-технического института (технического университета), профессор (г. Долгопрудный, Московской обл.)
4. **Гороховатский Юрий Андреевич**, заведующий кафедрой физики Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, профессор (Санкт-Петербург)
5. **Иванов Вадим Константинович**, декан Санкт-Петербургского государственного технического университета, зав. кафедрой физики, профессор (Санкт-Петербург)
6. **Колесников Юрий Леонидович**, проректор СПб ГИТМО (ТУ), профессор (Санкт-Петербург)
7. **Кружалин Виктор Иванович**, начальник Департамента образовательных программ и стандартов высшего и среднего профессионального образования Министерства образования Российской Федерации (Москва)

8. **Кундикова Наталья Дмитриевна**, зам. проректора по научной работе Южно-Уральского государственного университета, профессор
9. **Курочкин Владимир Ефимович**, директор Института аналитического приборостроения РАН, профессор (Санкт-Петербург)
10. **Лебедев Юрий Анатольевич**, заместитель председателя Правления Объединенного физического общества Российской Федерации, д.ф.-м.н. (Москва)
11. **Ляпцев Александр Викторович**, декан факультета Университета педагогического мастерства, профессор (Санкт-Петербург)
12. **Майер Валерий Вильгельмович**, главный редактор журнала «Проблемы учебного физического эксперимента», профессор Глазовского государственного педагогического института
13. **Морозов Андрей Николаевич**, заведующий кафедрой физики МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор (Москва)
14. **Николаев Владимир Иванович**, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва)
15. **Пальчевский Борис Васильевич**, заведующий отделом проектирования образовательных систем Национального института образования Минобрнауки Республики Беларусь, профессор, академик Белорусской академии образования (Беларусь)
16. **Песоцкий Юрий Сергеевич**, заместитель генерального директора РНПО «Росучприбор», доцент (Москва)
17. **Пурышева Наталья Сергеевна**, заведующая кафедрой методики преподавания физики Московского педагогического государственного университета, профессор (Москва)
18. **Свистунов Борис Львович**, декан, зав. кафедрой физики Пензенского государственного университета, профессор (Пенза)
19. **Смирнов Александр Викторович**, профессор МПГУ, гл. специалист РНПО «Росучприбор» (Москва)
20. **Спирин Геннадий Георгиевич**, заведующий кафедрой физики Московского государственного авиационного института (технического университета), профессор (Москва)
21. **Степанов Владимир Анатольевич**, заведующий кафедрой общей физики Рязанского государственного педагогического университета им. С.А. Есенина, профессор (Рязань)
22. **Суханов Александр Дмитриевич**, директор Центра естественнонаучного образования, профессор РУДН (Москва)
23. **Тарита Любовь Григорьевна**, начальник Управления образования Петроградского района Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург)
24. **Трухин Владимир Ильич**, декан физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор (Москва)

25. **Фурсей Георгий Николаевич**, зав. кафедры физики СПб государственного университета телекоммуникаций, профессор
26. **Чернышёв Виктор Викторович**, заведующий кафедрой физики Военного авиационно-технического университета, профессор (Москва)
27. **Чирцов Александр Сергеевич**, декан физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, профессор (Санкт-Петербург)
28. **Шапочкин Михаил Борисович**, заместитель Председателя Московского физического общества, доцент Московского государственного энергетического института (технического университета) (Москва)

#### **Секретариат конференции**

**Калачев Николай Валентинович**, ученый секретарь конференции, ученый секретарь ФИАН, доцент (Москва)

**Козлова Тамара Агафангеловна**, ученый секретарь Программного комитета (Москва)

**Щербакова Ирина Юрьевна**, секретарь Оргкомитета (Санкт-Петербург)

#### **ОРГКОМИТЕТ**

##### **Сопредседатели:**

**Колесников Юрий Леонидович**, проректор СПб ГИТМО (ТУ), профессор (Санкт-Петербург)

**Шапочкин Михаил Борисович**, заместитель Председателя Московского физического общества, доцент Московского государственного энергетического института (технического университета) (Москва)

**Алексеев Сергей Андреевич**, генеральный директор АО «СистемоТехника», доцент (Санкт-Петербург)

**Звонов Валерий Степанович**, нач. кафедры физики СПб ГУ МВД России, профессор (Санкт-Петербург)

**Лысогонский Владимир Светозарович**, представитель Управления военного образования Министерства обороны Российской Федерации (Москва)

**Марченко Евгений Михайлович**, директор СПб СКПБ (Санкт-Петербург)

**Монахов Вадим Валерьевич**, доцент СПб ГУ (Санкт-Петербург)

**Светозаров Владимир Владимирович**, директор НТЦ «Владис» (Москва)

**Стафеев Сергей Константинович**, декан СПб ГИТМО (ТУ), профессор (Санкт-Петербург)

**Фрадкин Валерий Евгеньевич**, зав. каб. физики СПб УПИМ, доцент (Санкт-Петербург)

**Заброцкий Андрей Георгиевич**, зам. директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН (Санкт-Петербург)

**НАШ СПОНСОР:****ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА «ВЛАДИС»**

Предназначен для вузов, лицеев, систем элитарного образования, систем подготовки специалистов и для углубленного изучения физики в школе. Его используют более 120 учебных заведений - от школ до университетов.

**ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИКУМА:**

- предоставление пользователю широких возможностей выбора средств обучения;
- реализация на рабочем месте до нескольких десятков лабораторных работ по всему разделу курса обеспечивает фронтальные и индивидуальные занятия;
- малые затраты времени на подготовку и качественное проведение эксперимента обеспечивают интенсивное обучение и решают проблему дефицита времени занятий;
- широкие возможности варьирования заданий и сложности работ реализуют развивающее обучение любого уровня с использованием современных технологий;
- быстрый и простой доступ к экспериментам стимулирует творчество и представляет физику живым и интересным предметом, приятным в изучении и преподавании;
- варианты комплектации установок гибко учитывают специфику учебного заведения и требования заказчика;
- минимальная стоимость реализации эксперимента;
- по заказу поставляется компьютерное сопровождение;
- доставка в город заказчика;
- удобство и простота обслуживания, надежность, гарантии.

Поставляемое оборудование полностью комплектно, готово к немедленному вводу в эксплуатацию, снабжено методическими указаниями, доставляется в город заказчика.

**На экспозиции в Московском Государственном инженерно-физическом институте можно ознакомиться с практикумом и опробовать его в действии.**

---

115409, Москва, Каширское шоссе, 31, МИФИ, ВЛАДИС

Тел/факс (095) 323-9238, (095)325-0116,

e-mail: [vvs@vladis.mephi.ru](mailto:vvs@vladis.mephi.ru) <http://www.vladis.boom.ru>

---



**НАШ СПОНСОР: НТЦ "ЛАБЭКС"**

111250, Москва, проезд завода Серп и Молот, дом 3А. тел./ факс. (095) 362-91-66

Разработчик и изготовитель учебной техники для вузов. Учебное оборудование может использоваться в качестве лабораторной поддержки при изучении общего курса физики, спецкурсов и при проведении НИР со студентами. Самостоятельно функционирующие установки выпускаются тематическими комплектами. Учебное оборудование позволяет проводить лабораторные занятия методом многоуровневой тематической фронтальности.

- **по разделу молекулярная физика** предлагается комплект лабораторного УКЛО-2В – 6 установок:

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТРОПИИ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ ОЛОВА. Измеряется температура охлаждающегося олова в зависимости от времени охлаждения.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ МЕТОДОМ КЛЕЙМАНА-ДЕЗОРМА. Измеряется время открытия клапана баллона с сжатым воздухом и давление до и после открытия клапана.

3. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВОЗДУХА МЕТОДОМ НАГРЕТОЙ НИТИ. Измеряется электрическая мощность, выделяемая металлической нитью.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ВОЗДУХА И СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА. Измеряется время истечения заданного объема воздуха через капилляр и давление во время истечения.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПО МЕТОДУ СТОКСА. Измеряется время движения шарика при его падении в жидкости.

6. ИЗУЧЕНИЕ КАЛОРИМЕТРА. Измеряется электрическая мощность нагревателя, температура и работа газа в адиабатной оболочке.

- **по разделу статистическая физика** предлагается комплект лабораторного оборудования УКЛО-4 - пять установок:

1. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСВЕЛЛА. Исследуется распределение термоэлектронов методом задерживающей разности потенциалов.

2. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БОЛЬЦМАНА. Измеряется распределение числа частиц столба воды, получаемого в результате ультразвуковой кавитации.

3. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БОЗЕ-ЭЙНШТЕЙНА ДЛЯ ФОТОНОВ. Измеряется распределение числа фотонов в спектре тела накаливания.

4. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕРМИ-ДИРАКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ ПРОВОДНИКА. Измеряется величина термо-ЭДС для различных пар металлов.

5. ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕРМИ-ДИРАКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ ПОЛУПРОВОДНИКА. Измеряются зависимости вольт-амперных характеристик полупроводников с собственной и примесной проводимостями, а также различного типа p – n переходов от температуры.

Кроме того, имеется опыт создания лабораторного оборудования для изучения теоретических основ теплотехники. Все перечисленные учебные установки успешно эксплуатируются во многих учебных вузах России и стран СНГ. Технические паспорта включают методическое обеспечение для большинства лабораторных установок, в том числе на персональных компьютерах.

**28 мая 10—14 часов**

**Пленарное заседание**

**1. Применение лабораторного физического практикума удаленного доступа в вузе**

А.М. Афонин, В.С. Горелик, В.Н. Корниенко, В.Н. Корчагин,

А.Н. Морозов, К.Б. Павлов, И.В. Савельев, А.В. Соловьев

**2. Естественность и виртуальность в учебном физическом эксперименте**

Г.Г. Спирын

**3. Автоматизация физического эксперимента**

П.Ю. Боков, А.А. Иванцов, И.В. Митин, А.С. Нифанов, А.М. Салецкий, А.В.

Червяков

**4. Лабораторные работы физического практикума по волновой и фурье-оптике в вузах**

Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, С.М. Козел, И.С. Петрухин

**5. Современная учебная техника как средство создания высокотехнологической образовательной среды**

Ю.С. Песоцкий

**6. Критерии экспертной оценки практикума**

В.В. Светозаров, Ю.В. Светозаров

**7. Место учебного практикума в курсе «Концепции современного естествознания»**

О.Н. Голубева, А.Д. Суханов

**I секция**

**29 мая 10—13 часов**

**Секционное заседание**

**1. Роль физического эксперимента в университетском образовании**

Е.Н. Бегинин, Б.С. Дмитриев, Ю.И. Лёвин, Ю.П. Шараевский

**2. Соотношение натурального и модельного эксперимента в физическом практикуме**

Ю.А. Воронин, Р.М. Чудинский

**3. Использование персональных компьютеров в лабораторном физическом эксперименте**

Р.Б. Салихов, Ч.Х. Сагитова

**4. Концепция современного практикума по физике. Три части, которые способствуют успеху**

А.С. Золкин

**5. Эпистемологический подход к формированию структуры естественнонаучного и физического практикумов**

В.С. Кунаков, А.П. Кудря, Ю.М. Наследников

**6. Методика организации общего физического практикума**

О.М. Дружинина, Ю.А. Завьялова, В. Жигарева

**7. Экспериментальный компонент концептуальной программы по физике**

Н.М. Кожевников

**8. Концепция физического практикума для физиков: от лабораторных к научно-исследовательским работам**

А.В. Приходько, О.И. Коньков

**9. О некоторых путях развития современного лабораторного и лекционного физического эксперимента в вузе**

А.И. Андреев, С.М. Кокин, С.В. Мухин, В.А. Никитенко, А.В. Пауткина,

И.В. Пыканов, С.Г. Стоюхин

**10. Формирование модельных представлений в общем физическом практикуме**

А.Н. Кулев, С.Ф. Борисов

**11. Проведение лабораторного практикума с элементами исследования**

А.Г. Карпушин, М.А. Лукашова

**12. Исследовательская работа в физической лаборатории**

А.М. Полянский, В.А. Полянский

**13. Отражение представлений современной физики в лабораторном практикуме**

Е.М. Агапова, И.Н. Арсентьев, Н.Н. Безрядин, А.Ф. Брехов,

А.Ю. Василенко, В.Д. Линник, Т.В. Прокопова, С.А. Титов, Г.М. Щевелева

**14. Лекционный и лабораторный физический эксперимент в вузах**

В.Ф. Ефименко, Н.А. Смаль, С.М.Кущенко

**15. О преемственности в преподавании теории ошибок на разных ступенях обучения**

Н.Н. Ляхов

**16. Физический практикум и подготовка специалистов в многоуровневой структуре высшего образования**

И.Н. Евдокимов, Н.Ю. Елисеев, В.Б. Нагаев

**17. Пути интеграции высшей школы и академической науки**

Е.К. Ратникова, Т.Г. Иксанова, И.А. Фахретдинов, А.Н. Лачинов

**18. Лабораторный практикум по курсу «Концепции современного естествознания»**

Б.Л. Свистунов, Ю.В. Горин

**19. Адаптация физического практикума к современным видам обучения**

П.В. Ситников, В.П. Левченко

**20. Сочетание традиционных и современных информационных технологий в физическом практикуме**

А.В. Шильников, Л.И. Черкасова, Л.А. Васильева, В.Н. Нестеров

**21. Об опыте проведения физического практикума в Балтийском государственном техническом университете «Военмех»**

Л.И. Васильева, В.А. Живулин, Д.Л. Федоров

**22. Методика проведения лабораторной работы по курсу общей физики в свете новых концепций образования**

С.Н. Дрокин, А.С. Горшков, Е.Н.Перевозников

**23. О лабораторном практикуме по механике**

А.Д. Пашун

**24. Совершенствование организации лабораторного практикума по физике**

Е.А. Царева

**25. Формирование конструкторско-технологических умений студентов**

**в процессе обучения физике**

В.М. Грабов, Л.А. Иванова, К.Г. Иванов, Н.П. Дивин

**30 мая с 10 –13 часов**

**Секционное заседание**

**1. Виртуальный оптический лабораторный практикум удаленного доступа**

А.А. Зинчик, С.К. Стафеев, А.В. Смирнов, Ю.Л. Колесников,  
А.В. Селиверстов

**2. Роль компьютерного эксперимента в физическом образовании**

А.М. Толстик

**3. Компьютерный лабораторный практикум по курсу общей физики для технических вузов**

А.Н. Седов

**4. Опыт использования в физическом практикуме вуза интернет-технологий**

А.Ф. Маслов, С.Ф. Миндолин

**5. Компьютеризация лабораторного практикума по курсу «Общая физика»**

Ю.Н. Борцов, С.Н. Руденко

**6. Проблемы использования компьютерного класса для задач физического практикума**

В.П. Архипов, Р.Х. Зиятдинов, Е.С. Нефедьев

**7. Использование компьютерной техники в качестве инструментального средства при проведении физического эксперимента в вузе**

И.Б. Кошелева, И.П. Корнева

**8. Учебные лабораторные комплексы по атомной физике**

В.А. Белавин, В.А. Квливидзе, И.К. Костин, В.В. Радченко, А.Т. Рахимов

**9. Применение компьютерных тренажеров в физическом практикуме**

К.Н. Нищев

**10. Применение компьютерных моделей в лабораторном практикуме по курсу общей физики**

А.В. Клиндер, Р.А. Испирян, А.В. Твардовский

**11. Автоматизация физического эксперимента в лабораторном практикуме вуза**

А.В. Дерягин, Р.А. Насыбуллин

**12. Дидактические функции виртуального физического эксперимента**

Е.В. Оспенникова

**13. Применение компьютерной технологии при проведении лабораторного физического практикума**

В.Г. Суппес

**14. Компьютерная лаборатория физики**

В.И. Хромов, В.М. Кузнецов

**15. Модельный компьютерный эксперимент в курсе физики. Активная обучающая среда «Виртуальная физика»**

Д.В. Баяндин

**16. Компьютерный практикум по курсу общей физики в техническом вузе для систем очного и дистанционного образования**

Д.О. Жуков

**17. Компьютерное моделирование лабораторных работ по разделу электромагнетизма**

Н.П. Калистратова, Л.Ф. Калистратова

**18. Компьютерный лабораторный практикум по физике**

Т.Я. Асадуллин, Г.Ю. Даутов, Б.А. Тимеркаев

**19. Рейтинговая система контроля качества знаний с применением ЭВМ по курсу общей физики в железнодорожном университете**

В.В. Касинский

**20. Концепция физического практикума для личностно ориентированного обучения**

И.А. Крылов, Е.Я. Подтяжкин, Г.А. Шмелева

**21. Методологический подход в обучении физике**

В.П. Панаэтов, Н.П. Самолюк, В.В. Удальцов

**22. Метод активизации индивидуальной работы на лабораторно – практических занятиях по физике**

В.С. Звонов, А.С. Поляков, В.Н. Скребов, А.И. Трубилко

**23. Связь между лабораторным практикумом и контрольными заданиями по физике при дистанционном обучении**

Х.З. Усток, В.А. Жачкин, И.Г. Иванова, А.В. Носкин

**30 мая с 14 –17 часов**  
**Секционное заседание**

**1. Концептуально-теоретические требования к учебникам общетехнических дисциплин в педвузах**

В.В. Смирнов, О.М. Алыкова

**2. Опыт организации и чтения элективного курса по физике для студентов механического и лесохозяйственного факультетов**

Ю.Г. Сахаров

**3. Пути совершенствования практикума по методике обучения физике**

Е.Б. Петрова, И.В. Седельникова

**4. Физический практикум технического вуза в курсе «Концепции современного естествознания»**

В.В. Лобанов, А.А. Повзнер

**5. К методологии преподавания и исследований в физике**

А.П. Смирнов

**6. Основы естествознания - фундамент высшего образования**

Л.Ю. Аюбов

**7. Методика организации общего физического практикума**

О.М. Дружинина, Ю.А. Завьялова, В. Жигарева

**8. Новые информационные технологии обучения в методике преподавания курса физики в военном вузе**

В.Н. Калинин, М.В. Хохлова

**II Секция «Лекционный и лабораторный  
эксперимент в вузах»  
29 мая 10—13 часов  
Секционное заседание**

- 1. Учебный лабораторный комплекс «электричество и магнетизм»**  
Н.Н. Беглецов, Ю.П. Галишников, И.Л. Красногорцев, С.И. Морозов,  
П.Н. Сенигов
- 2. Проблема измерений в физике**  
А.М. Полянский, В.А. Полянский
- 3. Изучение статистических законов в общем физическом  
практикуме**  
П.С. Булкин, Г.А. Миронова, Т.И. Малова
- 4. Практикум «статистическая обработка результатов измерения»**  
Е.Д. Эйдельман
- 5. О методах оценки случайных погрешностей и надежности  
физических измерений**  
М.И. Давидзон
- 6. Исследование неупругого механического удара с помощью  
лабораторной модели строительного копра**  
А.В. Колпаков
- 7. Лабораторная установка для определения момента инерции тела**  
И.Г. Ковалевский, Е.Э. Вржащ
- 8. Специализированный лабораторный практикум «колебания и  
волны» в Московском институте стали и сплавов**  
С.М. Курашов, Е.К. Наими, А.П. Русаков
- 9. Учебная установка для изучения колебания столба жидкости**  
Г.В. Карпова, В.М. Пауков, В.М. Полунин, Г.Т. Сычев
- 10. Изучение стоячих волн в металлических стержнях на основе  
эффекта магнитоупругости**  
В.Ф. Новиков, И.Г. Фатеев, А.Г. Кутушев, П.Ю. Третьяков



**11. Аперiodические колебания кругового витка с током в неоднородном магнитном поле**

В.С. Кунаков, В.Б. Федосеев

**12. Изучение распределения частиц в гравитационном поле Земли**

М.Б. Шапочкин

**13. Способ изучения влияния внешних факторов на поверхностное напряжение жидкости**

Н.В. Шепелев, Т.Н. Кондратьева

**14. Постановка лабораторной работы по определению  $c_p/c_v$  методом Клемана-Дезорма для фронтального выполнения**

В.М. Овсянов, Т.Н. Новгородова, В.М. Солодовников

**15. Изучение адиабатического процесса воздуха в переменных  $p$ - $T$**

И.Н. Фетисов

**16. О возможности определения зависимости показателя политропы от времени при медленном выпуске сжатого газа по временным зависимостям давления и температуры в приборе**

Т.П. Смирнова, Л.А. Евдокимова

**17. Комплексная лабораторная работа «Исследование нелинейных диэлектрических свойств сегнетоэлектриков»**

В.В. Ефимов, А.В. Волгин

**18. Исследование процессов релаксации в физическом практикуме**

В.А. Елисеев, Т.Л. Тураева

**19. К методике экспериментального изучения индукционного электрического поля в курсе физики**

Ю.К. Кабасов

**20. Электронный секундомер универсального назначения**

В.М. Овсянов, Ю.И. Рудаков

**21. Интегральный операционный усилитель - объект изучения и базовое измерительное средство в современной физической лаборатории**

В.З. Драпкин, М.Н. Князев, Н.Н. Кузьмина, А.И. Мамыкин, А.В. Павлык,  
А.С. Сердюк

**22. Лабораторно-демонстрационная установка по «волновой оптике»**

Т.Д. Колесникова, Т.В. Шеламова

**23. Изучение эффектов когерентности света в демонстрационных и лабораторных экспериментах**

В.П. Рябухо, О.А. Перепелицына, М.И. Лобачев, Д.А. Лякин

**24. Простой способ измерения эффективных параметров дифракционных приборов в лабораторном практикуме по оптике**

А.М. Погорельский, В.В. Христофоров

**25. Исследование спектральной характеристики фоторезистора**

И.Н. Фетисов

**26. К эксперименту по фазовому обращению световой волны**

Ю.А. Гороховатский, И.И. Худякова

**27. Изучение взаимодействия излучения с веществом в лабораторном практикуме**

А.А. Клименков, А.Ю. Бункин, Е.А. Борисова

**28. Изучение дифракции света с помощью дифракционных решеток с большой разрешающей силой**

Ю.Г. Карпов

**29. Полупроводниковые лазеры в учебном эксперименте**

Е.Н. Воронцова, В.С. Идиатулин, А.И. Ульянов

**30. Простая дифракционная линза**

Г.М. Михеев, Д.Г. Калюжный, Р.Г. Зонов

**31. Измерение естественной радиоактивности воздуха с помощью бытового дозиметра**

И.Н. Фетисов

**Секционное заседание  
30 мая (10.00 – 13.00)**

**1. Физика атома на компьютере**

А.А. Бессонов, К.А. Дергобузов

- 2. Компьютерный демонстрационный эксперимент по исследованию емкости плоского конденсатора**  
А.М. Гутерман, Т.Д. Колесникова
- 3. Компьютерная лекционная демонстрация «Осциллограммы и спектры звуковых сигналов»**  
Н.М. Нагорский, М.В. Семенов
- 4. Структура компьютерных лабораторных работ**  
А.Н. Алексеев, Н.Н. Горлушкина
- 5. Компьютерная изучающая программа «Определение длины волны источника излучения по дифракционной картине на круглом отверстии»**  
Е.А. Иову, Т.Д. Колесникова
- 6. Виртуальная лабораторная работа «Дифракция Фраунгофера на щели»**  
М.В. Бабушкина, Т.Д. Колесникова, Е.А. Сомова
- 7. Временная когерентность света – компьютерные эксперименты**  
А.М. Толстик
- 8. Аппаратный комплекс на основе ПЭВМ для выполнения лабораторных работ по курсу физики**  
И.Н. Евдокимов, Н.Ю. Елисеев, В.Б. Нагаев
- 9. Применение ЭВМ в лабораторном практикуме по курсу общей физики в разделе «Волновая и квантовая оптика»**  
Э.М. Ярош, В.А. Федорук
- 10. Звуковая карта компьютера для использования изгибных и продольных колебаний в лаборатории общей физики**  
А.И. Моисеев, Л.П. Муркин
- 11. Интерактивный компьютерный практикум по оптике**  
Е.К. Ратникова, Э.Р. Даниловский, Ф.В. Нигматуллин
- 12. Компьютерные имитаторы лабораторных установок в физическом практикуме**  
Г.И. Грейсух, С.А. Степанов

**13. Электронное учебное пособие по теме «Дисперсия света»**

Я.В. Арзамасцева, Т.Д. Колесникова

**14. Компьютеризованный комплект демонстративного оборудования по физике с управляющим программным обеспечением на основе среды BARSIC**

В.В. Монахов, И.Р. Ивановский, А.Н. Кашин, В.А. Кораблев,  
Е.М. Марченко

**15. Цикл лабораторных работ по физике на базе графической программной технологии**

И.П. Чернов, В.И. Веретельник, В.В. Ларионов, С.В. Муравьев,  
В.П. Борисов, Э.Б. Шошин, Г.В. Ерофеева, С.В. Сарычев

**16. Компьютерный практикум по электромагнетизму**

Н.Г. Анищенко, Н.А. Блинов, И.М. Граменицкий, В.Л. Громов,  
Д.В. Журавель, Ю.А. Крюков, О.В. Крюкова, С.Г. Стеценко,  
С.А. Федоров, И.И. Шевчук

**17. Физический лекционный кабинет Томского политехнического университета**

А.Ф. Горбачев, В.А. Москалев, Ю.Л. Пивоваров

**18. Волновая и фурье-оптика в курсе общей физики в университетах и технических вузах РФ**

С.М. Козел, Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, И.С. Петрухин

**19. Лекционные опыты в лазерном свете по пространственной фильтрации**

С.М. Козел, Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, В.Е. Белонучкин, И.С. Петрухин

**20. Лабораторные работы физического практикума по волновой и фурье-оптике в вузах**

Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, С.М. Козел, И.С. Петрухин

**21. Компьютерные технологии в лабораторном практикуме**

В.Ф. Дмитриева, Ю.Б. Икренникова

**22. Новые лабораторные установки для исследования электромагнитного поля**

В.Н. Калинин, В.К. Ковнацкий, М.В. Хохлова

## **23. Исследование теплового излучения в физическом практикуме**

В.В. Светозаров, Ю.В. Светозаров

### **Секционное заседание 30 мая (14.00 – 17.00)**

#### **1. Реализация классического эксперимента «Опыт Галилея» с помощью техники «Фотофиниша»**

С.Б. Рыжиков, Ю.В. Старокуров

#### **2. Демонстрационная система «Переход от одной к $n$ щелям на одномерной многощелевой дифракционной решетке»**

А.В. Спирин

#### **3. Приборы для лекционной демонстрации и лабораторного физического эксперимента**

Д.Г. Галимов, Г.Ю. Даутов, Г.А. Забиров, Б.А. Тимеркаев

#### **4. Новая автоматизированная лекционная демонстрация «Измерение коэффициентов лобового сопротивления у тел различной формы»**

М.В. Семенов, А.А. Якута

#### **5. Демонстрация электрооптического эффекта Керра в примесных щелочно-галогидных кристаллах**

В.Л. Вейсман

#### **6. Демонстрация вихревого электрического поля с помощью высококачественного индукционного разряда**

И.Н. Фетисов

#### **7. Применение видеопроекции в демонстративном эксперименте по курсу общей физики**

А.Н. Мансуров

#### **8. Лабораторный физический практикум в Московском государственном институте стали и сплавов**

Г.М. Ашмарин, Е.К. Наими, Д.Е. Капуткин, И.Ф. Уварова, А.Г. Шустиков

**9. Развитие лабораторного практикума по физике в СПбГТУ**

М.П. Коробков, С.Б. Михрин, К.Ф. Штельмах

**10. Особенности проведения многоуровневого физического практикума в аспекте формирования профессиональной коммуникативности студентов**

А.И. Авдеев, Н.Д. Колетвинова

**11. Идеализированный эксперимент – основа для новых концепций в физике**

Г.М. Трунов

**12. Индивидуализация и дифференциация процесса обучения на занятиях физического практикума**

Ю.А. Завьялова, О.М. Дружинина, Л.В. Жигарева

**13. Практикум по молекулярной физике. В чём причина высокой активности студентов?**

А.С. Золкин

**14. «Живые» графики на лекциях**

В.А. Стародубцев

**15. Лекционный эксперимент в курсе физики ВолгГАСА**

А.В. Шильников, Л.И. Черкасова, Л.В. Жога

**16. Самоподготовка студентов к лабораторным занятиям по физике при дистанционном обучении**

Х.З. Усток, В.М. Андреевский, В.А. Жачкин, П.И. Жидкин, И.Г. Иванова

**17. Лабораторный практикум по физике для студентов естественнонаучных направлений и специальностей**

В.Е. Борисенко, В.М. Дерябин, А.И. Сапожников, В.И. Семихин

**18. Технические средства обучения в лекционном курсе физики Санкт-Петербургского ГМТУ**

Р.Х. Бекашев

**19. Совершенствование средств обучения для современного физического практикума**

А.В. Ельцов, М.Е. Ларина, С.В. Мурзин, Д.В. Привалов, В.А. Степанов,  
В.В. Трегулов

**20. Профессиональная ориентация в лабораторных работах по общей физике для студентов МГУПБ**

К.В. Показеев, Л.М. Коренкова, Ю.П. Куркин, Г.В. Козлова

**21. Экологический практикум в современном физическом образовании**

А.Г. Муравьев

**22. Лабораторный комплекс для изучения физических свойств жидкостей**

Е.П. Тетерин, И.Е. Тарасов, Д.С. Потехин

**23. Формирование системного мышления через физический практикум**

Я.Д. Лебедев, К.Б. Малышев, В.В. Сафонов

**III Секция  
«Специальный физический практикум»  
29 мая 10—13 часов  
Секционное заседание**

**1. Физический практикум «Электромагнитные явления»**

Н.Б. Ковылов, Ю.П. Шараевский

**2. Учебно-научная лаборатория по лазерной физике**

Д.В. Абрамов, А.П. Аверин, С.М. Аракелян, В.Г. Прокошев, С.И. Шишин

**3. Система подготовки молодых ученых в области оптики**

В.Г. Беспалов, В.Н. Васильев, С.А. Козлов, Ю.Л. Колесников,

А.А. Королев, В.Г. Парфенов, Ю.А. Шполянский

**4. Современные высокоэффективные технологии и их внедрение в лабораторный физический практикум**

А.И. Бугрова, С.И. Коршаковский, М.А. Красненков

**5. Особенности лабораторного практикума по медицинской и биологической физике в медицинском университете**

А.Н. Волобуев

**6. Физический практикум по специальным разделам оптики и диагностике плазмы с удаленным доступом**

В.А. Аверченко, А.М. Зимин, С.Ю. Лабзов, А.Л. Перфильев, А.В. Федяев,  
А.В. Шумов

**7. Специальный практикум в педагогическом вузе**

А.Б. Пагубко

**8. Специальный физический практикум в Челябинском государственном университете**

А.Л. Каргашев

**9. Специальный физический практикум для студентов нефтегазовых и геологоразведочных специальностей**

А.А. Латышев, В.О. Некучаев

**10. Концепция специализированного физического практикума**

Ю.Ю. Крючков, А.М. Лидер, И.П. Чернов

**11. Метод проектов в организации специальных практикумов**

А.Е. Герман, Г.А. Гачко

**12. Модульно-цикловая взаимосвязь содержания и организации лабораторных и лекционных занятий по электродинамике**

Н.М. Попко, Л.Н. Хуторская

**13. Учебно-методический комплекс по изучению волоконно-оптических линий связи**

В.Б. Иволгин, А.П. Коханенко

**14. Квантово-физический практикум в классах биолого-химического и медико-биологического профиля**

В.Г. Барышников, Г.И. Дмитриева, А.В. Дмитриев

**15. Автоматизированный практикум по оптоэлектронике**

В.С. Дорош, Н.В. Дорош, Н.А. Яковиенко

**16. Спецпрактикум по основам физики полупроводников для студентов физико-математического факультета**

Г.А. Потапов, Б.Б. Жалсабон



**17. Постановка специального физического практикума по изучению свойств магнитных материалов в рамках дисциплины специализации «Физика твердого тела»**

В.В. Смирнов, А.М. Лихтер, А.А. Козлов, В.К. Карпасюк

**18. Фотонная корреляционная спектроскопия в физическом практикуме**

В.Б. Нагаев, Л.М. Фабелинская, И.К. Юдин

**19. Сканирующая зондовая микроскопия в современном специальном физическом практикуме.**

М.Н. Герке, А.Б. Евлюхин, А.Е. Петров

**20. Физические методы анализа веществ**

В.В. Гаврушко

**30 мая с 10 –13 часов  
Секционное заседание**

**1. Практикум по физике сегнетоэлектриков**

А.А. Богомолов, В.В. Иванов

**2. Компьютерный лабораторный практикум по электронной спектроскопии поверхности твердых тел**

А.С. Паршин, Г.А. Александрова, А.Н. Федоров

**3. Некоторые проблемы возбудимой поверхности миокарда**

В.Г. Антонюк

**4. Скин-эффект в цилиндрическом проводнике**

В.И. Козлов

**5. Лабораторная работа «Яркостной пирометр на основе светодиода, работающего в режиме фотоварикапа, для измерения нестационарных температур»**

В.И. Цапков, У.В. Костышева

**6. Изучение работы фотоварикапа**

В.И. Цапков, У.В. Костышева, Г.А. Таранович, Н.Н. Римский, А.А.Виницкая

**7. Лазерный доплеровский измеритель скорости для специального физического практикума**

И.В. Федосов, А.С. Куртов, В.В. Тучин

**8. Компьютерное моделирование работы микрочипового лазера**

Л.Ф. Добро, В.И. Чижиков

**9. Лабораторные работы по исследованию напряженно-деформированного состояния деталей машин поляризационно-оптическим методом**

А.А. Аблаев

**10. Пакет компьютерных демонстраций по теме “Электрический ток в газах”**

М.В. Шаташвили

**11. Автоматизированный учебный лабораторный стенд для измерений теплофизических свойств**

И.В. Баранов, С.С. Прошкин, А.Е. Платунов

**12. Оперативное определение экологических состояний техногенных сред, применяемых в современном физическом практикуме, на основе использования фундаментальных физических электромагнитных взаимодействий**

Л.Г. Додонова, М.А. Красенков, В.А. Соловьёв

**13. Микропроцессорная измерительная приставка для лаборатории физического практикума**

Г.А. Гачко, Н.М. Попко

**14. Научно-дидактическое сопровождение спецпрактикума по курсу «Прикладное материаловедение»**

Л.В. Кашкина, А.С. Паршин, В.Н. Шахов, О.П. Вайтузин

**15. Исследование сверхслабых световых потоков**

В.И. Жаворонков, С.И. Жаворонков, В.Н. Чувашов, В.Н. Трофимов

**16. Виртуальная лабораторная работа «Определение элементного состава образца методом Резерфордского обратного рассеяния»**

Ю.Ю. Крючков, С.В. Крявкин, С.И. Кузнецов, А.М. Лидер,  
Ю.П. Черданцев

**17. Инновации в физическом эксперименте с использованием разрядных источников света**

В.К. Свешников

**18. Практикум по Мессбауэровской спектроскопии для студентов физических специальностей технических университетов**

С.И. Бондаревский, Ф.С. Насрединов, Н.П. Серегин, П.П. Серегин

**19. Компьютерное обеспечение ядерно-физического эксперимента в учебной лаборатории**

В.П. Глушаков

**30 мая с 14 –17 часов  
Секционное заседание**

**1. Определение энергии активации перехода молекулы в новое положение равновесия по температурной зависимости вязкости воды**

Л.А. Евдокимова, Т.П. Смирнова

**2. Использование ЭОП в современном физическом практикуме**

М.В. Горшечников, В.И. Жаворонков

**3. Специальный практикум по СВЧ полупроводниковой электронике, его значение и особенности**

А.Н. Комов

**4. Физический и вычислительный эксперименты в спецкурсе «Физика горения»**

Е.С. Прохоров

**5. Способ изучения влияния внешних факторов на поверхностное натяжение жидкости**

Н.В. Шепелев, Т.Н. Кондратьева

**6. Лабораторная работа спецпрактикума по физике твердого тела  
«Определение положения уровня Ферми в полупроводнике  
электрохимическим методом»**

М.Х. Балапанов, Г.Р. Акманова, Р.А. Якшибаев

**7. Аннигиляция позитронов**

А.М. Полянский, В.А. Полянский

**8. Лабораторный капиллярно-поршневой вискозиметр для изучения  
свойств неньютоновских жидкостей**

Ф.М. Самигуллин, Е.С. Нефедьев, З.Ш. Идиятуллин, С.Ф. Малацион,  
М.А. Черкасс

**9. К методике проведения высокотемпературного лабораторного  
эксперимента в условиях вакуума**

В.К. Кумыков, Х.М. Гукетлов

**10. Использование пакетов общего назначения в лабораторном  
эксперименте «Исследование процесса распада струи»**

В.В. Алексеев, С.Л. Лебедев, В.Г. Сыгин

**11. Изучение анизотропии диэлектрической проницаемости  
вещества**

З.Х. Куватов

**12. Нестандартный практикум по экспериментальной физике -  
пример интеграции науки и образования**

А.С. Золкин

**13. Концепция комплексного учебного физического эксперимента  
по волновой оптике**

Н.Я. Молотков, В.Б. Дивак, О.В. Ломакина, В.В. Шальнев

**14. К вопросу о реализации мюонного телескопа в рамках общего  
физического практикума**

И.В. Остроущенко

**15. Использование устройств видеозахвата в лекционном  
эксперименте по физике**

А.В. Селиверстов, М.С. Дунин

**16. Изучение спекл-полей оптическими методами.**

Ю.А. Фадеев

**17. Физический практикум как средство повышения мотивации к освоению курса физики в техническом вузе**

А.А. Колесникова, Т.В. Лавряшина, Ю.А. Фадеев

**18. Специальный физический практикум по физике тонких пленок**

С.П. Зимин

**IV Секция**  
**«Физический практикум в школе»**  
**29 мая 10—13 часов**  
**Секционное заседание**

**1. Современный физический эксперимент в школе и вузе**

Е.К. Ратникова, Т.Г. Иксанова

**2. Автоматизированный лекционный эксперимент по измерению ускорения свободного падения баллистическим методом**

М.В. Семенов, А.А. Якута

**3. Пьезоэлектрический эффект в лекционном физическом эксперименте в вузах и школе**

Э.Л. Каган, В.В. Панченко

**4. Лекционные демонстрации распределения Максвелла и процесса макселлизации распределения по скоростям сталкивающихся частиц**

В.В. Монахов

**5. Каталог лекционных демонстраций по курсу общей физики**

В.Н. Кунин, Л.В. Грунская, А.Ф. Галкин, В.В. Дорожков,  
В.П. Кондаков, В.С. Плешивцев, А.А. Шишелов

**6. Лабораторная работа по изучению движения тел по наклонной плоскости на базе установки FPM –15**

А.А. Кропотов, Ким Де Чан, И.Г. Махро

**7. Занимательные экспериментальные задачи по физике на компакт диске**

А.И. Скворцов, А.И. Фишман

**8. Измерение угловой скорости вращения Земли с помощью маятника Фуко**

Н.П. Дымченко

**9. Оценка момента сил трения на маятнике Обербека: проблемы физического моделирования, учета специфики вуза и использование работ исследовательского характера в процессе обучения**

Ю.А. Бражкин, Г.С. Каленков, С.Г. Каленков, В.Н. Сизякова

**10. О возможном способе определения линейного ускорения при работе с крестом Обербека**

М.И. Давидзон, А.А. Хрунов

**11. Некоторые дидактические понятия школьного физического практикума**

В.В. Майер

**12. Школьная физическая лаборатория – трансформер**

В.Г. Речкалов

**30 мая с 10 –13 часов  
Секционное заседание**

**1. Компьютеризированные средства для проведения учебного физического эксперимента**

Ю.А. Воронин, Р.М. Чудинский

**2. К вопросу о принципах отбора и приемах постановки лабораторных работ для физического практикума в школе**

Г.В. Заровняев

**3. Опыт работы со школьниками на базе образовательных ресурсов СФ ФИАН**

В.С. Казакевич, С.П. Котова, Т.Н. Сапцина

**4. Методика проведения фронтальных лабораторных работ в школе**

А.М. Полянский, В.А. Полянский

**5. Исследование основных параметров колеблющегося флага**

М.Ю. Калиткин

**6. Состояние динамической стабильности в открытой неравновесной системе**

А.Г. Свеженцев

**7. Опыты по атомной физике в школе**

В.А. Белавин, В.А. Квливидзе, И.К. Костин, В.В. Радченко, А.Т. Рахимов

**8. Демонстрационные опыты по физике для школьников**

И.Б. Доценко, О.В. Осипенко

**9. Использование пластиковых бутылок для постановки демонстрационного и лабораторного эксперимента**

Г.В. Заровняев

**10. Типовой оптимизированный комплект демонстрационного оборудования по физике для основной школы с применением прибора ПКЦ**

В.А. Кораблев, В.В. Монахов, И.Р. Ивановский, Г.А. Смирнова,  
Е.М. Марченко

**30 мая с 14 –17 часов**  
**Секционное заседание**

**1. Система экспериментальных заданий экологического содержания в домашних заданиях по физике для учащихся сельских школ**

А.В. Сахаров

**2 Парадоксальные опыты на уроках физики**

А.Ф. Беленов

**3. Развитие познавательных интересов учащихся профильных классов при выполнении лабораторных работ по физике**

Т.Н. Алешина

**4. Лабораторные работы по геометрической и волновой оптике в общеобразовательной школе, колледже и лицее с углубленным изучением физики (уровень В и С)**

Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, С.М. Козел, И.С. Петрухин

**5. Лабораторный эксперимент для классов профиля «Естествознание и медицина»**

Л.Г. Мосина

**6. Виртуальная лаборатория по физике для 10-11 классов**

В.В. Монахов, С.К. Стафеев, Л.А, Евстигнеев А.С. Чаулин

**7. Авторская разработка оборудования для школьной лабораторной работы «Определение термического коэффициента линейного расширения вещества»**

П.М. Савкин

**8. Виртуальный физический практикум для школьников**

С.М. Аракелян, А.А. Заякин, И.С. Крамской, В.В. Лапшин,

В.Г. Прокошев, Н.А. Смирнов, С.И. Шишин, Е.В. Хмельницкая

**9. Реализация метода проектов через физический практикум в средней школе**

Т.И. Демидова, О.Г. Глущенко, А.К. Туркин



**10. Физический практикум для классов естественнонаучного профиля**

Ф.Д. Ковалев

**11. Дидактические условия использования проблемных заданий на ЭВМ при выполнении практикумов по физике в средней школе**

З.А. Латипов, Л.Н. Латипова

**12. Методологические принципы построения системы межпредметных связей физики и математики**

А.Е. Бурученко, С.В. Лузик

**13. Особенности разработки и внедрение новых средств обучения в учебный процесс**

В.Г. Антонюк, З.З. Фалинская

**14. Методика разработки и применения программного комплекса для экспресс-контроля знаний по физике методом тестирования**

А.В. Жуков

**15. Методы мотивации изучения физики в системе инженерного образования**

В.С. Звонов, А.С. Поляков, В.Н. Скребов, А.И. Трубилко

**16. Адаптационные аспекты физического практикума в системе «Гимназия – вуз»**

Т.В. Лавряшина, Э.Н. Лебединская, Г.К. Барaboшкина

**17. Компьютерная поддержка в поведении физического практикума в средней школе**

А.С. Габидуллин, А.Р. Камалеева

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### **Место учебного практикума в курсе «Концепции современного естествознания»**

О.Н. Голубева, А.Д. Суханов

Российский университет дружбы народов

В настоящее время дисциплина «Концепции современного естествознания», введенная в учебный процесс 10 лет назад, прошла стадию становления. Она включена в ГОСы как для гуманитарных, так и для ряда негуманитарных специальностей, а также фактически применяется в старших классах средних школ гуманитарного профиля. Создан отдельный Научно-методический совет (председатель акад. В.С. Степин ).

В связи с этим возникает задача определения места учебного практикума в этой интегральной дисциплине с учетом различия интересов гуманитарного и негуманитарного контингентов студентов. Работа в этом направлении начата в 2001 г. совместными усилиями Пензенского госуниверситета, РНПО «Росучприбор» и Центра естественнонаучного образования гуманитариев.

В основу подхода к построению учебного практикума по данной дисциплине положены следующие принципы:

- трансдисциплинарный подход к подбору тематики лабораторных работ;
- иллюстрирование наиболее фундаментальных законов естествознания;
- сочетание демонстрационной и исследовательской компонент;
- предпочтение модельным экспериментам;
- использование компьютерных методов представления и обработки результатов.

Главными целями учебного практикума в духе концепции фундаментального естественнонаучного образования должны стать формирование обобщенных представлений о современной естественнонаучной картине мира в ее классической и неклассической версиях, а также развитие рационального естественнонаучного мышления. Учебный лабораторный практикум рассматривается как органичный элемент единого цикла, включающего основной и элективные лекционные курсы и практические занятия.

## **Применение лабораторного физического практикума удаленного доступа в вузе**

А.М. Афонин, В.С. Горелик, В.Н. Корниенко, В.Н. Корчагин,  
А.Н. Морозов, К.Б. Павлов, И.В. Савельев, А.В. Соловьев  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
107005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, [http:// fn.bmstu.ru](http://fn.bmstu.ru)

Лабораторный практикум по физике с элементами научно-исследовательской работы студентов - зал НИРС создан в МГТУ им Н.Э. Баумана в 1992 году [1].

Цель создания зала - приобщение наиболее успевающих студентов 2-го курса и студентов-выпускников кафедры физики к изучению курса общей физики на более высоком научном и методическом уровне с использованием приборов и оборудования современной научной физической лаборатории.

В настоящее время в результате 10-летнего периода развития практикум НИРС представляет собой учебно-научный комплекс, включающий следующие взаимосвязанные структуры:

1. Практикум по курсу общей физики.
2. Практикум выпускающей кафедры.
3. Автоматизированный практикум удаленного доступа с использованием сети ИНТЕРНЕТ.
4. Виртуальный практикум по компьютерному моделированию физических процессов и явлений.
5. Совместную /с Физическим институтом РАН/ учебно-научную лабораторию «Лазерная физика».

Отбор студентов в зал НИРС идет на конкурсной основе. Для обучения на III семестре, в первую очередь, приглашаются студенты, получившие на I-ом курсе /II семестр / отличные и хорошие оценки по физике по разделу «Механика, молекулярная физика и термодинамика» и другим дисциплинам. Для обучения на IV семестре принимаются студенты, имеющие повышенные оценки по результатам учебы на III семестре, в том числе, в зале НИРС.

Каждый семестр в зале НИРС обучаются до 200 студентов всех факультетов и специальностей МГТУ, из которых формируются группы по 6-7 человек. За 10-летний период работы зала в нем прошли обучение 2700 студентов второго курса.

В зале НИРС размещены 70 лабораторных работ, в которых изучаются фундаментальные

законы, явления и эффекты в области электромагнетизма, оптики, квантовой и ядерной физики, физики твердого тела и жидкости.

Половина из представленных работ - оригинальные разработки кафедры как результат внедрения в учебный процесс научно-исследовательских работ, проводимых преподавателями и сотрудниками кафедры. Остальные лабораторные работы созданы на базе типовых установок и оборудования, серийно выпускаемых отечественной промышленностью, в том числе НПО Росучприбор.

Практикум оснащен современными приборами: в зале установлены лазер на парах меди с мощностью излучения  $10^4$  Вт при работе в импульсном режиме, телескоп космических лучей, пьезоэлектрический комплекс для изучения импульсных процессов, стенд для изучения сверхпроводимости, голографическая установка, монохроматоры, осциллографы разных марок и другое оборудование.

В зале НИРС широко используются персональные компьютеры с набором программ для моделирования физических процессов, управления экспериментом и обработки экспериментальных данных.

Сотрудниками кафедры созданы лабораторный практикум удаленного доступа, состоящий из автоматизированных лабораторных стендов для изучения ударных и волновых процессов, скин - эффекта, космических лучей и лазерной спектроскопии. Управление стендами, сопряженными с персональными компьютерами и сетью Интернет, полностью автоматизировано, что позволяет проводить на стендах исследования и эксперименты в режиме удаленного доступа.

Применение этого раздела практикума в режиме демонстрации позволяет расширить круг лекционных экспериментов.

Большинство лабораторных работ в зале НИРС отличаются от стандартных лабораторных работ тем, что они позволяют не только ознакомиться с тем или иным физическим явлением, а определить зависимость этого явления от совокупности различных факторов, влияющих на характер и динамику развития физического процесса.

Особое внимание уделено прикладному характеру лабораторных работ и исследований, что важно для будущего выпускника технического университета.

Работа студентов в зале НИРС строится таким образом, что она содержит все необходимые компоненты научно - исследовательской работы: многопараметрические измерения, современные методы обработки результатов измерений, планирование эксперимента,

проведение самостоятельных исследований наряду с задачами и исследованиями, рекомендуемыми в методических указаниях к лабораторной работе.

Таким образом, в зале НИРС созданы условия для выполнения студентами их первых научных исследований, более глубокого изучения курса физики. Занятия в студенческой группе ведут преподаватель кафедры и инженер-лаборант в часы, отводимые студентам учебным расписанием.

Продолжительность занятия - четыре академических часа с периодичностью раз в две недели.

Наличие в зале НИРС большого количества лабораторных работ на различные темы дает студенту право выбора работ с учетом его наклонностей и специфики обучения на профилирующем факультете и кафедре. То есть студент сам устанавливает себе индивидуальный график прохождения лабораторного практикума.

Студент обязан предварительно подготовиться к очередной лабораторной работе, проработав и законспектировав методические указания, которыми он заблаговременно обеспечивается.

Студент допускается к выполнению работы после собеседования с преподавателем и соответствующего инструктажа на рабочем месте.

После выполнения исследований, рекомендованных в методических указаниях к лабораторной работе, студенту по его желанию предлагается дополнительная задача для самостоятельного решения. Студент должен составить план и схему постановки эксперимента и, согласовав их с преподавателем или инженером, провести исследования.

Отчет студента о выполненной им работе преподаватель принимает либо в конце занятия, либо, если необходима домашняя доработка отчета, на следующем занятии.

### **Литература**

1. Лабораторный практикум по физике с элементами научно-исследовательской работы студентов. /Под ред. В.Н. Корчагина – М., изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 г. - 24с., ил.

## Автоматизация физического эксперимента

П.Ю. Боков, А.А. Иванцов, И.В. Митин, А.С. Нифанов, А.М. Салецкий,  
А.В. Червяков

Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва

Как сообщалось [1] в общем физическом практикуме (ОФП) физического факультета МГУ разработана и создана новая базовая автоматизированная система для ОФП. Это универсальный многофункциональный электронный модуль на базе семейства микроконтроллеров с ядром процессора 8051, сопрягаемый с компьютером по последовательному интерфейсу RS-232. С помощью этого модуля достаточно просто автоматизировать ряд экспериментальных установок, как для учебных целей, так и для научных исследований.

Модуль содержит 8-канальный 12-бит АЦП с буферными усилителями на входе, 2 ЦАП по 12 бит, счетчик (частотомер) до  $10^6$  имп/сек (или фотоусилитель с управляемым коэффициентом усиления), буферную память 8 Кбайт. Указанные элементы позволили создать многоканальную систему для измерения токов (от 1 мкА) и напряжений (постоянных и переменных) в пределах  $\pm 10$  В, для получения и обработки информации от различных датчиков физических величин (температуры, давления, смещения и т.д.) в реальном масштабе времени. Кроме того, в модуль заложены исполнительные функции, которые могут быть реализованы по мере необходимости в зависимости от решаемой задачи. Это управление шаговыми двигателями (1 или 2), перестраиваемый по частоте (0-1кГц с шагом 0.1 Гц) и по амплитуде генератор сигналов специальной формы, 3 канала управления мощностью (нагреватели, электромагниты и т.п.). Через универсальный технический интерфейс (разъем) к модулю можно подключать различные экспериментальные установки.

Данная система позволила автоматизировать наиболее трудоемкие задачи ОФП, в которых изучение физических явлений сопряжено с получением, систематизацией и последующей обработкой большого объема экспериментальных данных. Это задачи, связанные с изучением колебаний и переходных процессов в механике и электричестве, статистики и процессов переноса в молекулярной физике, спектроскопии и явлений дифракции и интерференции в оптике.

## Литература

1. Китов И.А., Митин И.В., Салецкий А.М., Червяков А.В. Базовая автоматизированная система для практикума по общей физике // Тезисы докладов Съезда российских физиков-преподавателей «Физическое образование в XXI веке». Москва, 2000г. С.220

## Критерии экспертной оценки практикума

В.В. Светозаров, Ю.В. Светозаров

Научно-технический центр "ВЛАДИС"

115409, Москва, Каширское шоссе, 31, МИФИ, ВЛАДИС

Тел/факс 323-9238, 325-0116, e-mail: vvs@vladis.mephi.ru

При оснащении или модернизации физического практикума перед учебным заведением возникает проблема поиска и выбора учебной техники и создания ее методического обеспечения. Составляемые в системах Министерства образования РФ "Требования к материально-техническому обеспечению учебного процесса" и "Типовые перечни средств обучения" не содержат параметров, позволяющих оценить оптимальность или даже приемлемость предлагаемого оборудования для конкретного учебного заведения. При большом различии требований, предъявляемых к практикуму разными вузами, необходима система критериев, в том числе количественных, позволяющих каждому вузу четко определить набор оптимальных параметров собственного практикума. Применяя сформированные критерии к предложениям разработчиков и производителей учебной техники, вуз сможет самостоятельно провести качественную экспертную оценку этой техники и оптимально укомплектовать свой практикум.

НЦТ ВЛАДИС приступил к формированию критериев экспертной оценки практикума по следующим структурным уровням:

- учебная установка или прибор, рабочее место учащегося
- учебная лаборатория
- практикум по учебной дисциплине (группа лабораторий и демонстрационный кабинет).

По каждому структурному уровню критерии экспертной оценки формируются по следующим направлениям:

1. Содержание практикума
  - 1.1. Цели и задачи практикума. Роль практикума в изучении курса.
  - 1.2. Пакет знаний, умений, навыков, приобретаемых учащимся.
  - 1.3. Полнота представления программы курса.
  - 1.4. Количество и перечень экспериментов.
  - 1.5. Междисциплинарные связи.
2. Технологии обучения
  - 2.1. Организация учебного процесса (индивидуальные или фронтально-тематические занятия, совмещение различных видов занятий).
  - 2.2. Интенсивность обучения (количество знаний, умений, навыков, приобретаемых учащимся в течение занятия, баланс времени обучения и вспомогательных процедур).
  - 2.3. Компьютерное сопровождение практикума, его роль в решении задач практикума.
3. Эксплуатационные характеристики
  - 3.1. Качество реализации экспериментов (воспроизводимость изучаемых явлений, погрешности).
  - 3.2. Измерительная база (универсальная или специальная, современная или устаревшая, соответствие требованиям точности, применение компьютерной техники)
  - 3.3. Расходуемые материалы, возможности их пополнения.
  - 3.4. Дизайн.
  - 3.5. Безопасность (соответствие стандартам)
  - 3.6. Надежность. Срок эксплуатации. Ремонтпригодность. Сроки и условия гарантии.
4. Требования к оснащению.
  - 4.1. Необходимость приобретения специальной мебели и оборудования.
  - 4.2. Необходимость дополнительного оснащения помещений
  - 4.3. Необходимость специальной техники для доставки и ввода в эксплуатацию
  - 4.4. Необходимость специальной ремонтно-восстановительной базы
5. Методическое обеспечение.
  - 5.1. Наличие и содержание методического обеспечения в комплекте поставки.



- 5.2. Качество издания.
- 5.3. Тираж издания, возможность обеспечения учащихся.
- 6. Кадры.
  - 6.1. Требования к преподавателям. Необходимость специального обучения.
  - 6.2. Требования к обслуживающему персоналу. Необходимость специального обучения, и (или) привлечения специалистов высокой квалификации.
  - 6.3. Возможность ввода в эксплуатацию силами пользователя. Необходимость шеф-монтажа.

## **10 лет Центру переподготовки учителей по физике при МГУ**

В.И. Николаев, А.В. Быков

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

## **Современная учебная техника как средство создания высокотехнологической образовательной среды**

Ю.С. Песоцкий

зам. генерального директора РНПО «Росучприбор»

Образование в XXI веке приобретает статус социокультурной системы, которая через свою деятельность будет определять уровень развития стран и народов. В свою очередь, образование является достаточно сложной системой, состоящей из таких многочисленных и взаимосвязанных компонентов, как: содержание образования; управление; наука, формы, методы и средства; методическое, материально-техническое, финансовое и кадровое обеспечение; субъекты образовательного процесса; качество и экспертиза и т.п. Эти и другие компоненты системы могут находиться в равновесии и выполнять свои функции в некоем специально организованном и технически оснащенном пространстве, которое в последнее время по мнению разных авторов приобретает статус образовательной (информационной, школьной, материальной, экологической, духовной жизненной) среды

Появление данного термина носит исследовательско-поисковый характер и предполагает необходимость конкретизации его содержания в структуре тех или иных рамок. В частности, для управленцев, ученых, методистов и педагогов актуальной является проблема количественного и качественного наполнения образовательной среды разнообразными и дидактическими эффективными средствами обучения: наглядными пособиями, учебным оборудованием, приборами и установками, аппаратурой ТСО и т.п.

Наработанный педагогический потенциал может быть востребован и в настоящее время, когда современный уровень развития науки и техники позволяет разрабатывать наукоемкую и технологически совершенную учебную технику (демонстрационные приборы, аппаратуру ТСО, оборудование и устройства и т.п.) и оснащать ею ту или иную образовательную среду. С развитием электронных устройств, информационных технологий, эргономически и дидактически целесообразной аппаратуры и учебных приборов с последующей поставкой их в учебные заведения могут быть созданы предпосылки для появления такой инновации, как высокотехнологическая образовательная среда, которая формируется на основе современной учебной техники.

С появлением отмеченных выше научных разработок с различным видением сущности и структуры образовательной среды актуализируется роль и значение государственных/негосударственных специализированных структур наподобие Центра средств обучения ИОСО РАО, научно-технологического центра учебного оборудования при Российской академии образования, Российского научно-производственного объединения «Росучприбор» и других, которые призваны удовлетворять потребности образовательных учреждений России в современном и качественном учебном оборудовании, информационных средствах и технологиях обучения. По сути дела они создают предпосылки для появления высокотехнологической образовательной среды на основе учебной техники. Чтобы проводить единую технико-педагогическую политику Минобрнауки России, предприятия-производители учебной техники в своем арсенале должны иметь: методологические основания управления процессом создания высокотехнологической образовательной среды, ее теоретическую модель, описание технологических возможностей учебной техники как ядра высокотехнологической образовательной среды, а также характеристики нормативного и кадрового обеспечения процесса ее создания.

Возникшая с учетом вышеизложенного социокультурная, педагогическая, управленческая и технико-технологическая ситуация (проблема) определила необходимость проведения данного научного исследования для решения конкретных задач по обоснованию и разработке целого комплекса вопросов, касающихся создания высокотехнологической образовательной среды на основе современной учебной техники.

## Доклады I секции "Концептуально-методические вопросы физического практикума"

Рук.: Анатолий Деомидович ГЛАДУН, проф. МФТИ (ГУ)

Вадим Константинович ИВАНОВ, проф. СПб ГТУ

29 мая

### О некоторых путях развития современного лабораторного и лекционного физического эксперимента в вузе

А.И. Андреев, С.М. Кокин, С.В. Мухин, В.А. Никитенко,

А.В. Пауткина, И.В. Пыканов, С.Г. Стоюхин

Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

103055 Москва, ул. Образцова 15, МИИТ, кафедра «Физика-2», kokin1@comtv.ru

Обобщён опыт кафедры «Физика-2» МИИТ по развитию лабораторного практикума и лекционных демонстраций с учетом специфики специальностей (компьютерного профиля) и условий обучения (в частности, с выездом в другие города) студентов. Наряду с описанными ранее [1], нами опробованы следующие формы работы:

- организация практикума, позволяющего в рамках сетевой технологии выполнять лабораторные работы в компьютерном сопровождении, моделировать протекание физических процессов, осуществлять электронную (в том числе видео-) поддержку методического обеспечения занятий, проводить тестирование знаний учащихся;
- разработка методического и компьютерного обеспечения переносного лабораторного практикума на базе системы «L-микро» фирмы «Снарк» (практикум используется при проведении выездных занятий в рамках дистанционного обучения);
- использование на лекциях современного демонстрационного комплекса, позволяющего проецировать на большой экран цветные динамические и статические изображения, как полученные с помощью видеокамеры, так и создаваемые в рамках различных мультимедийных приложений на персональном компьютере;
- введение в учебный процесс части оборудования научных лабораторий кафедры, например, - спектрально-вычислительного комплекса многоцелевого назначения;
- привлечение студентов к созданию программного обеспечения лабораторного практикума и лекционных демонстраций;
- выпуск специальных учебных пособий по отдельным разделам курса физики [2].

Работа выполняется в рамках тематики, заявленной в Федеральную целевую программу «Интеграция науки и высшего образования России» на 2002–2006 годы.

[1] Силина Е.К., Дробат А.С., Никитенко В.А., Кокин С.М. Физическое образование в вузах. – 1996. – Т. 2, № 4. – С. 117

[2] Физика твёрдого тела / Под ред. И.К. Верещагина. – М.: Высш. шк. – 2001. – 237 с.

## **Роль физического эксперимента в университетском образовании**

Е.Н. Бегинин, Б.С. Дмитриев, Ю.И. Лёвин, Ю.П. Шараевский

Саратовский госуниверситет, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83.

E-mail: sharaevskyy@info.sgu.ru

В работе представлены концептуально-методические решения создания физической учебно-исследовательского практикума для студентов младших курсов на новом факультете Саратовского университета – факультете нелинейных процессов. Студенту необходимо обеспечить заинтересованность исследованиями в лаборатории, что довольно не просто, т.к. он уже «очарован» компьютерной технологией, которая представляется ему всесильной. Поэтому экспериментальные задачи должны решаться современными способами с использованием модульных установок и электронных измерительных устройств. Главная цель такой лаборатории – в детальном анализе экспериментальных результатов, их трактовке и надлежащем представлении, оценке влияющих факторов и достоверности полученных данных, т.е. фактически обучение основам грамотного физического эксперимента.

Учитывая идеологию факультета нелинейных процессов, основанную на идеях нелинейной динамики, укажем лишь на некоторые задачи по колебаниям и волнам, решаемые в физической лаборатории. Это, прежде всего, широкий класс механических маятников с анализом их особенностей, включая нелинейные эффекты. Серия задач по исследованию волн в различных средах демонстрирует «интернациональный» язык теории волн: волны в стержнях, звуковые волны в свободном пространстве, капиллярно-гравитационные волны на поверхности воды, изучение которых уже требует определённого экспериментального искусства и открывает необычные эффекты дисперсии этих волн, представления о фазовой и групповой скоростях. Широко распространённым методом стоячей волны измеряются как скорость звука, так и скорость электромагнитной волны в СВЧ диапазоне, когда с помощью антенны исследуется картина стоячей волны с высокой разрешающей способностью. На этой же установке просто и наглядно демонстрируется и количественно оценивается эффект замедления электромагнитной волны диэлектриком. Такие универсальные подходы убедительно показывают молодому исследователю богатство и широту натурального эксперимента.

## Об опыте проведения физического практикума в Балтийском ГТУ «ВОЕНМЕХ»

Л.И. Васильева, В.А. Живулин, Д.Л. Федоров

Балтийский государственный технический университет «Военмех»

198005, СПб, 1-ая Красноармейская ул., д. 1

e-mail: [omega@onix.ru](mailto:omega@onix.ru)

Физический практикум является важной составной частью процесса изучения студентами БГТУ курса общей физики. Лабораторные работы выполняются одновременно с прохождением на теоретических занятиях соответствующих разделов курса. Предшествует началу работ в учебной лаборатории краткое ознакомление с основами обработки результатов наблюдений. Опыт показывает, что именно этот вопрос вызывает у студентов (особенно у первокурсников) наибольшие трудности. Причиной такого положения с нашей точки зрения являются: 1) незнание студентами теории вероятности и математической статистики, не говоря уже о традиционно плохой усвояемости методов статистического анализа вообще; 2) отсутствие навыков практического применения основ интегро-дифференциального исчисления. Последнее, естественно, затрудняет и изучение курса физики в целом.

С целью преодоления этих трудностей на большинстве факультетов БГТУ изучение курса общей физики начинается не с первого, а со второго семестра. Кроме того, помимо издания специальных методических пособий по методам обработки результатов наблюдений, максимально приближенных к специфике данной учебной лаборатории, в методических пособиях по лабораторным работам, издаваемым в БГТУ, в описании работы, как правило, в наиболее сложных случаях приводятся формулы, позволяющие оценивать ошибки измерений. Помимо этого на коллоквиумах и в процессе проверки и анализа лабораторных работ, выполненных студентами, преподаватели обращают внимание на вывод соответствующих формул и основные принципы обработки результатов наблюдений, соответствующие Государственным стандартам на технические измерения.

Для стимулирования более ответственного отношения студентов к этой части курса представляется целесообразным включать вопросы, связанные с принципами измерений и результатами их обработки, в перечень выносимых на экзамен в конце первого года обучения.

## **Соотношение натурального и модельного эксперимента в физическом практикуме**

Ю.А. Воронин, Р.М. Чудинский

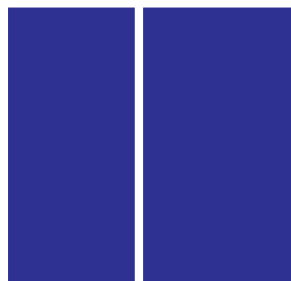
Воронежский государственный педагогический университет

394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86, [ua@vspu.ac.ru](mailto:ua@vspu.ac.ru), [ruslan@vspu.ac.ru](mailto:ruslan@vspu.ac.ru)

Проблема соотношения натурального и модельного эксперимента в процессе познания является одной из ведущих при исследовании сферы эмпирического знания, в общем, и, в частности, при изучении физики. Естественно, что в процессе познания законов природы при выполнении обучающимися лабораторных работ необходимо не взаимоисключение натурального и модельного экспериментов, а их дополнение, что обеспечивает организацию более эффективного процесса обучения.

На этапе отражения и «живого созерцания», которыми обладает сознание субъекта познания, окружающий мир становится познаваемым. Иными словами, на этом этапе в сознании субъекта познания происходит построение концептуальной модели познаваемого физического явления, объекта, процесса или системы в частности, и законов природы, в общем. Исходным материалом при создании концептуальной модели являются как непосредственные результаты отражения в сознании свойств и характеристик объекта-оригинала, так и теоретический багаж субъекта, опыт, аналогии, логические выводы, однако синтез всех этих компонентов в единый идеальный образ неформален, осуществляется только в мыслительных процессах и, как правило, рефлексивно не осознается. Обязательным компонентом этой модели являются языки – естественный и специальные, которые представляют собой единственное средство выражений понятий и представлений субъекта о познаваемом физическом явлении, объекте или системе. В дальнейшем концептуальная модель познаваемого объекта или системы может трансформироваться в вербальную, что суть является продолжением первой, и представляет собой описание свойств и характеристик объекта-оригинала на некотором естественном языке.

На основе построенной концептуальной и, если это необходимо, соответствующей вербальной модели познаваемого явления, объекта или системы, в частности, и законов природы, в общем, субъект познания принимает решение об их экспериментальном познании или исследовании. Классификация эксперимента как метода познания и исследования является неоднозначной, но большинство исследователей этой проблемы сводятся к тому, что в зависимости от характера и разнообразия средств эксперимента и способов их использования эксперимент можно разделить на натуральный и модельный. Итак, сконструировав в своем сознании концептуальную модель физического явления, объекта



или системы, субъект познания находится в состоянии выбора, с помощью какого вида эксперимента их познать или исследовать. В том случае, если средства и условия эксперимента реализуются непосредственно для исследования объекта-оригинала, то именно здесь на основе поставленной цели познания и исследования явлений и законов природы и последующего отражения и «живого созерцания» субъект познания принимает решение о возможности осуществления этого эмпирического процесса посредством натурального эксперимента непосредственно на самом познаваемом объекте.

В том случае, если натуральный эксперимент непосредственно над объектом-оригиналом или системой невозможен в силу следующих причин: 1) невозможность проведения натурального эксперимента; 2) проверка и уточнение работы реальных объектов, дополнение натурального эксперимента; 3) контроль за ходом изучаемого явления и закона, получение необходимой информации о нем и обработка полученной информации для последующего ее использования в реальном мире величин; 4) максимальное ускорение переноса результатов модельного эксперимента на реальные системы; 5) изучение принципа работы ряда устройств, приборов и установок для последующего их использования в натурном эксперименте, то в числе средств эксперимента используется модель, замещающая объект-оригинал или систему, и преподавателем, студентом или творческой группой студентов принимается решение о построении модели познаваемого объекта-оригинала. Существенным отличием модельного эксперимента от натурального является его своеобразная структура. Отличительная особенность структуры модельного эксперимента заключается в его объективной стороне, в характере средств познания и исследования и их отношении к объекту исследования. В то время как в натурном эксперименте средства экспериментального исследования, так или иначе, непосредственно взаимодействуют с объектом исследования, в модельном эксперименте это взаимодействие меньше, т.к. здесь экспериментируют не с самим объектом, а с его заместителем. При этом примечательным является то, что объект-заместитель и экспериментальная установка объединяются, сливаются в модели в единое целое, а остается единственное средство – персональный компьютер. Натурный и модельный эксперименты в процессе обучения физике находятся в некотором соответствии, причем первично на стадии оценки данных и принятия решений субъекты познания проводят натуральный эксперимент перед модельным. Если результаты натурального эксперимента являются «неудовлетворительными» или его вообще невозможно осуществить, в конечном итоге, прибегают к использованию метода моделирования. Однако затем, перенося его результаты непосредственно на реальный объект, с их учетом осуществляют натуральный эксперимент по познанию и исследованию явлений и объектов природы.

## **Формирование конструкторско-технологических умений студентов в процессе обучения физике**

В.М. Грабов<sup>1</sup>, Л.А. Иванова<sup>2</sup>, К.Г. Иванов<sup>3</sup>, Н.П. Дивин<sup>1</sup>

Санкт-Петербург

<sup>1</sup> – РГПУ им. А.И. Герцена, <sup>2</sup> - ВИКУ им. А.Ф. Можайского, <sup>3</sup> – СПбУТД

<sup>1</sup> – vmgrabov@yandex.ru

По мнению ведущих специалистов, современная Россия может занять достойное место среди великих держав только при условии развития наукоемких технологий и обеспечения ведущего положения на рынке наукоемких технологий и продукции отраслей производства, основанных на этих технологиях.

Для кадрового обеспечения такого направления развития страны отечественная система образования была в определенной степени ориентирована на подготовку специалистов, которые могли бы занять ведущее место в сфере фундаментальных научных исследований.

Мировой и отечественный опыт, однако, показывает, что для лидерства в сфере наукоемких технологий еще недостаточно лидерства в области фундаментальных исследований. Опыт Японии, например, свидетельствует, что ориентация на технологическое освоение мировых научных достижений может вывести страну в лидеры в области высоких технологий и продукции на их основе даже при относительно незначительном вкладе страны в развитие фундаментальных исследований.

Нам представляется, что адекватным ответом отечественной системы образования на вызов времени стала бы ее ориентация в большей степени чем это имеет место сейчас не только на развитие исследовательских умений, но и на формирование конструкторских и конструкторско-технологических умений, формирование технологической культуры в широком смысле как системы представлений о путях и способах рационального преобразования окружающего мира, следуя фундаментальным закономерностям совместной эволюции (коэволюции) человека и окружающей среды, формирования внутренних потребностей такой преобразовательной деятельности и умений ее реализации на основе современной науки.

По мнению авторов, преподавание физики, как фундаментальной науки, являющейся основой для многих технических наук, базирующейся в существенной степени на физическом эксперименте, обеспечивает широкие возможности для развития конструкторско-технологических умений, формирования технологической культуры.



Авторами разработана система физических экспериментов и методика их использования в учебном процессе, ориентированная именно на развитие конструкторско-технологических умений, формирование технологической культуры студентов.

Сущность подхода авторов раскрывается в докладе на ряде примеров конкретных разработок, применяемых в процессе преподавания физики на факультете физики педагогического университета и в различных вузах инженерного профиля. На факультете физики РГПУ им. А.И. Герцена разработан и реализован практикум по учебному физическому эксперименту, в основу которого положен учебно-исследовательский подход к разработке лекционных и лабораторных учебных экспериментов по физике.

Формирование технологической культуры будущего учителя физики особенно важно, так как в школе именно через преподавание физики осуществляется включение учащихся в мир техники, конструирования и технологий, мир созидательного преобразования окружающей среды.

## **Методика проведения лабораторной работы по курсу общей физики в свете новых концепций образования**

С.Н. Дрокин, А.С. Горшков, Е.Н. Перевозников

Санкт-Петербургский торгово-экономический институт,  
товароведно-технологический факультет, кафедра физики.

Санкт-Петербург, [drokin@ice.spb.ru](mailto:drokin@ice.spb.ru)

Обычно используемая в технических вузах методика проведения физического лабораторного практикума, заключающаяся в формальном выполнении внешне заданных нормативов по измерению параметров и определению значения какой-либо физической величины, и ранее не давала студентам навыков сознательного обоснования своей деятельности, не способствовала усвоению и творческому использованию лекционного материала тем более в современных условиях не отвечает требованиям исходящими из новой парадигмы высшего образования [1]. Исправить такое положение и является целью предлагаемой методики проведения лабораторной работы.

Уже в названии работы исключается ограничение деятельности студента

определением той или иной физической величины; в целевую установку включается исследовательская составляющая, направленная на изучение физического явления, основанном на искусственно инсценированном, проблемном отношении к заранее известным истинам и явлениям.

Проведение работы условно разбивается на следующие этапы:

- а) наблюдение, включающее в себя выделение физической системы, обоснованное введение существенных параметров, характеризующих состояние системы, и их измерение в процессе изменения состояния системы;
- б) анализ полученных данных с целью выявления связей между параметрами, представление функциональных зависимостей в виде графиков, описание наблюдаемых закономерностей с помощью аналитических выражений.
- в) объяснение полученных закономерностей с привлечением модельных представлений и положений существующих теорий, установление соответствия теории с результатами и выводами, полученными в результате выполнения пп. 1,2.

Эти этапы в краткой форме обязательно отражаются при написании отчета в форме выводов, что позволяет в ходе коллоквиума провести предметный диалог, начинающийся с вопроса о том, что студент наблюдал. Уровень диалога позволяет выяснить степень осмысления студентом, как самого физического явления, так и своей деятельности. Предложенная методика рассматривается на примере изучения движения математического маятника, дифракции света и др.

### Литература

1. Распоряжение правительства РФ от 29.12.2001 г. №1756-р «О Концепции модернизации российского образования на период до 2010 г.»

## Методика организации общего физического практикума

О.М. Дружинина, Ю.А. Завьялова, В. Жигарева

Тюменский госуниверситет. 625003 Тюмень, ул. Семакова, д.10. тел.:(3452)25-15-94.

E-mail: [vebor@utmn.ru](mailto:vebor@utmn.ru)

Становление молодого специалиста немислимо без овладения им современных методов исследования, контроля и управления технологическими процессами. Формирование и развитие экспериментальных навыков и умений позволяет выпускнику

использовать теоретические знания в нестандартных профессиональных условиях.

Обучение физике нельзя представить только в виде совокупности теоретических знаний, ко всем видам чувственного восприятия необходимо обязательно добавлять «работу руками», что достигается при выполнении студентами физического практикума (ФП). ФП - важнейшее звено в процессе изучения курса общей физики, т.к. позволяет студенту осознать и закрепить основы физических закономерностей, способствует выработке исследовательских навыков. Количество работ по каждому разделу физики в наших лабораториях 10 - 15. В процессе организации и проведения лабораторных работ мы выделяем следующие этапы: 1) подготовительный: изучение студентами методических указаний с использованием учебно-методической и справочной литературы; 2) изучение материально-технической базы эксперимента; 3) устное тестирование студента на предмет понимания физических основ экспериментального исследования; 4) выполнение лабораторной работы, согласно разработанного плана, обработка результатов эксперимента с использованием средств современной вычислительной техники; 5) отчет о выполнении работы, включающий изложение теоретических основ и объяснение полученных результатов.

Качество выполнения лабораторного практикума во многом зависит и от методического обеспечения лабораторий. Методическое обеспечение, на наш взгляд, это комплекс следующих элементов: комплект методических указаний к лабораторным работам; стенд с описанием форм отчетности; микробиблиотека, состоящая из учебников и пособий по изучаемому разделу курса общей физики, справочной литературы; методические пособия для преподавателя; стенд-инструктаж по технике безопасности. В методических указаниях к лабораторным работам общего физического практикума мы выделяем 2 части: теоретическую и практическую. В теоретической части обязательно указывается название и цель работы, используемые в ходе эксперимента приборы и принадлежности. Описание теории эксперимента не является слепой перепечаткой параграфов из учебника, материал излагается в соответствии со следующими требованиями: преемственность теоретического материала лекционному курсу, оптимальная краткость, системность в изложении. Практическая часть включает план выполнения работы, контрольные задания и вопросы. Приведенный план не навязывает студенту пошаговое выполнение опыта, а лишь указывает на наиболее оптимальный путь при проведении эксперимента, мобилизуя инициативу обучающегося и формируя у него самостоятельность при решении задач, связанных с экспериментом. Студент приобретает навыки исследования, проводя активное вмешательство в ход эксперимента с целью постижения сущности изучаемого явления.

## **Физический практикум и подготовка специалистов в многоуровневой структуре высшего образования**

И.Н. Евдокимов, Н.Ю. Елисеев, В.Б. Нагаев

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия

65, Ленинский проспект, Москва, ГСП-1, 119991

E-mail: [eliseev@gubkin.ru](mailto:eliseev@gubkin.ru)

В настоящее время РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина ведет подготовку специалистов в соответствии с многоуровневой структурой высшего профессионального образования, что заставило нас пересмотреть роль физического практикума в учебном процессе.

Мы предлагаем традиционный физический практикум расширить до учебно-исследовательской лаборатории. Предполагается, что эта лаборатория позволит проводить кроме традиционных лабораторных работ и исследовательские работы, связанные с изучением различных физических процессов и явлений. В настоящее время при спонсорской поддержке компании РИТЭК приобретены несколько установок, позволяющих проводить измерения на современном уровне. Например, установка «ФОТОКОР», позволяет проводить измерения размеров дисперсных частиц методом фотонной корреляционной спектроскопии, установка «Релаксометр ЯМР-08/РС», предназначена для анализа состава жидкостей, дисперсий, полимеров. Изготовлен недорогой аппаратный комплекс, предназначенный для определения температуры застывания нефтепродуктов, включающий мультиметр TES-2730 с компьютерным интерфейсом RS-232 и компьютер Pentium-III/500.

Эти исследовательские установки уже используются в учебном процессе, причем студенты выполняют на них как лабораторные работы в рамках занятий по учебному расписанию, так и производят измерения для подготовки дипломных работ и проектов. Кроме того, на этих установках магистры и аспиранты проводят измерения необходимые для подготовки ими диссертаций.

Мы считаем, что такой подход позволяет в процессе обучения по традиционной программе выявить наиболее одаренных студентов и привлечь их к научной работе. Создаваемая учебно-исследовательская физическая лаборатория поможет повысить качество студенческих выпускных работ и дипломных проектов, а также облегчит проведение измерений и исследований магистрам и аспирантам.

## Лекционный и лабораторный физический эксперимент в вузах

В.Ф. Ефименко, Н.А. Смаль, С.М. Кущенко

Дальневосточный государственный университет

690600 г. Владивосток, ул. Октябрьская 25-Б., т/факс. 8 (4232) 258947;

e-mail: [kush@iput.dvgu.ru](mailto:kush@iput.dvgu.ru) <http://www.dvgu.ru/iput/>

Применение современных технических средств обучения позволяет в значительной мере расширить и углубить познания студентов в области изучения физики.

В Дальневосточном государственном университете в процессе преподавания физики в колледже ДВГУ активно используются современные компьютерные технологии, в основе которых лежат такие обучающие программы, как «Открытая физика», «Физика в картинках», «Живая физика», «Физика 1С» и другие.

Во время проведения аудиторных занятий студенты моделируют изучаемые физические явления как на компьютерах, так и с помощью других технических средств обучения. Такие методы познания нового материала позволяют глубже проникать в суть изучаемых физических явлений.

Преподаватель, формулируя задачу с помощью компьютера, варьирует условия протекания физического явления и анализирует его изменение. При этом существует возможность измерять одновременно несколько параметров, отображать их на экране в виде графиков.

Параллельно с изучением теоретического материала со студентами проводятся семинарские занятия, физический практикум. Перед проведением физического практикума в лабораториях университета, студенты моделируют изучаемые физические явления и прodelьывают лабораторную работу на компьютере, и затем сравнивают полученные результаты на практике.

Такая методика с одной стороны существенно повышает интерес обучающихся к изучению физики, с другой стороны компенсирует ограниченные возможности экспериментальной базы.

Как показывают результаты педагогического эксперимента в колледже ДВГУ, данная форма занятий является более эффективной по сравнению с традиционной.



## Концепция современного практикума по физике. Три части, которые способствуют успеху

А.С. Золкин

Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск-90, 630090,

Россия. [ZOLKIN@PHYS.NSU.RU](mailto:ZOLKIN@PHYS.NSU.RU)

Одна из основных идей учебного процесса на практикумах физического факультете НГУ - это раннее, с первого курса, приобщение студентов к исследовательской деятельности, основанная на традициях МФТИ, МГУ и ЛГУ. Во-первых, лабораторные работы носят исследовательский характер. Во-вторых, все студенты 1-3 курсов выполняют курсовые научно-исследовательские работы на всех практикумах соответствующего курса физики. Эта часть учебного процесса помогает выявить научные интересы студентов и уровень усвоения учебной программы. Соблюдаются все составляющие научной деятельности, включая доклад по результатам работы на специальном семинаре, участие в студенческих конференциях по соответствующему практикуму, публикация в электронном <http://psj.nsu.ru> журнале. Студенты выполняют работы в институтах Новосибирского научного центра, на специальных факультативах нестандартного практикума кафедры общей физики под руководством сотрудников НИИ и на практикумах соответствующего курса физики. Фактически реализована идея интеграции науки и образования с первых дней обучения в НГУ. Ведущим замыслом занятий на практикумах является развитие у студентов самостоятельной творческой активности. В процессе выполнения работ, и в особенности курсовых работ, студенты поставлены в условия, когда им необходимо овладевать методами научного познания: знакомиться с историей исследуемого явления, анализом и синтезом, искать аналогии, планировать эксперимент, познавать логику научного исследования, критически оценивать свои результаты и т.д. Анализ ошибок измерений, объяснение неожиданных результатов, создание гипотез является составной частью исследовательской работы студентов.

Третьей составляющей частью изучения физики является понимание студентами своего будущего участия в процессе познания природы или развития новых технологий. Студенты младших курсов, посещающие специальный лекторий по «современным достижениям и проблемам экспериментальной физики» <http://psj.nsu.ru>, острее понимают необходимость изучения предмета. Здесь формируется любознательность и интерес студентов к изучению природы и лабораторным работам. В результате лекторий становится частью учебного процесса современного физического практикума, целью которого является развитие у студентов полноценного физического мышления и навыков научного познания.

## **Проведение лабораторного практикума с элементами исследования**

А.Г. Карпушин, М.А. Лукашова

Калужский государственный педагогический университет им. К.Э. Циолковского

248023, г. Калуга, ул. С.Разина, 26.

Одной из важнейших задач, стоящих перед высшей школой, является задача повышения качества профессиональной подготовки специалистов. Экспериментальная подготовка – один из важнейших компонентов профессионально-методической подготовки будущего учителя физики в педвузе.

В процессе обучения студенты сталкиваются с разнообразными видами учебного эксперимента в результате проведения демонстрационных, фронтальных и лабораторных работ, но, несмотря на это, в настоящее время многими исследователями констатируется недостаточная подготовка студентов по рациональному использованию учебного физического эксперимента.

Являясь одной из наиболее эффективных форм учебных занятий, лабораторный практикум способствует более глубокому уяснению физических законов, дает наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, о работе физических приборов.

Одним из направлений организации деятельности, способствующей приобретению студентами определенных экспериментальных умений, является разработка и постановка лабораторных работ, при выполнении которых могли бы развиваться исследовательские навыки, необходимые в преподавательской деятельности.

В настоящее время в лаборатории физического практикума КГПУ им. К.Э. Циолковского используются различные приемы проведения лабораторных занятий: применение различных вариантов описаний, использование заданий различного уровня сложности, проверка нескольких физических законов на одной экспериментальной установке.

Для более успешного обучения экспериментальным методам исследования важным и интересным, с методической точки зрения, является выполнение таких лабораторных работ, в которых одна и та же физическая величина может быть измерена различными способами. Применение такой методики способствует проведению сравнительного анализа, в результате которого студент может выбрать оптимальный вариант измерения, увидеть достоинства одного метода и недостатки другого.

Вышеизложенные положения реализуются при проведении некоторых работ практикума: «Определение скорости звука методом стоячих волн» и «Определение коэффициента линейного расширения методом стационарного и монотонного нагрева».

Т.о. элементы исследовательской работы могут быть вмонтированы в лабораторный практикум путем изменения известных лабораторных работ и применения иных форм проведения занятий.

## **Экспериментальный компонент концептуальной программы по физике**

Н.М. Кожевников

Санкт-Петербургский государственный технический университет

195251 Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: [nkozhevnik@mail.ru](mailto:nkozhevnik@mail.ru)

Актуальной проблемой совершенствования высшего образования является разработка новых программ дисциплин, входящих в федеральный компонент государственных образовательных стандартов третьего поколения. Формирование таких программ является комплексной задачей, включающей в себя создание концепции учебной дисциплины, выделение базисных понятий и методов, определение категориального аппарата и, наконец, конкретизация фактологической базы предмета.

При создании концептуальной программы обычно опираются на утвержденные требования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра и дипломированного специалиста по той или иной дисциплине. Что касается физики, то обычно эти требования сводятся к перечислению основных разделов традиционной программы и отличаются предельным лаконизмом, что отрицательно сказывается на оптимальном соотношении теоретического и эмпирического материала в рабочих программах.

В докладе обсуждается вопрос о том, как должен быть представлен экспериментальный физический материал в концептуальной программе, которая определяет место физики в учебном процессе, формулирует ее цели, задачи, технологии изучения и концептуальные доминанты, отражает взаимосвязь физики как науки и как учебной дисциплины. Представляется целесообразным в требованиях к знаниям и умениям по физике указывать такие необходимые для формирования физического мышления факторы, как практическое освоение методов измерения физических величин, экспериментальное



исследование наиболее важных физических закономерностей, экспериментальная верификация выводов теоретического анализа, ознакомление с ключевыми экспериментами, существенно повлиявшими на формирование физической картины мира. В концептуальной программе по физике эти факторы должны быть наполнены конкретным содержанием, что позволит иметь базу для составления обоснованных перечней лабораторных работ физического практикума и лекционных физических экспериментов.

## **Формирование модельных представлений в общем физическом практикуме**

А.Н. Кулев, С.Ф. Борисов

Уральский государственный университет, 620083, Екатеринбург, пр. Ленина 51

E-mail: Sergei.Borisov@usu.ru

Физический практикум при своей реализации зачастую выступает как некий второстепенный, не имеющий самостоятельной ценности компонент образовательного процесса, как иллюстрация, при помощи которой студентов убеждают поверить в правильность физических законов. Но при выполнении такого «иллюстративного» практикума невозможно уяснить причину противоречий между опытом и теорией, понять важность и плодотворность разрешения этих противоречий. Это приводит к формированию у студентов однобокого понимания научного метода познания природы, не позволяет им понять необходимость и ограниченность модельного «способа думанья».

На лекциях, конечно, постоянно упоминается о модельном характере наших представлений, но глубокое осознание этого невозможно, как невозможно научиться играть в футбол, наблюдая игру по телевизору. Уместна аналогия между физическими моделями, изучаемыми на лекциях, и картами местности. На карте можно изобразить лишь основные детали реальной местности. «Иллюстративный» лабораторный практикум способен только придать рельефность этой карте. Реальный лабораторный практикум должен научить ходить по реальной местности, сообразуясь с картой, но, не доверяясь ей полностью, должен научить, как исправлять и дополнять эту карту, он должен привести к осознанию того факта, что карта - вещь полезная, но карта не есть местность. Продолжая эту аналогию, можно сказать, что такой физпрактикум должен представлять собой некий полигон, расположенный на реальной местности.

Чтобы добиться осознания студентами принципиальной важности модельных представлений необходимо в центр внимания физпрактикума поставить анализ причин различия экспериментальных данных и выводов теории. При выполнении его студент должен исследовать хоть и упрощенные, но реальные явления и объекты, на которые действуют все законы. Лабораторные установки должны быть «кусками реального мира» и подвержены влиянию всех факторов окружающего мира. При анализе таких ситуаций у студента выработается умение оценивать и ранжировать влияющие на эксперимент факторы, формируется представление, что рациональное изучение полного хаоса окружающего мира возможно лишь в результате упрощения ситуации, т.е. создания модели реальности, которая по сути своей неизбежно является ограниченной.

## **Эпистемологический подход к формированию структуры естественнонаучного и физического практикумов**

В.С. Кунаков, А.П. Кудря., Ю.М. Наследников

Донской Государственный Технический Университет

344010, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1. E-mail: [sintez@aaanet.ru](mailto:sintez@aaanet.ru)

Эпистемология естествознания опирается на реальный и мысленный модельный эксперимент, базой которого обычно являются физические основы измерений. В связи с этим при разработке краткого по времени естественнонаучного практикума дисциплины «Концепции современного естествознания» мы провели философско-эпистемологический анализ структуры физического практикума и спецпрактикума по биофизике нашей кафедры.

Анализ показал, что физпрактикум прекрасно решает концептуально-методические вопросы формирования концепции измерения и моделирования корпускулы и континуума в классическом естествознании. В то же время, концепция неконтролируемого воздействия или корреляционных соотношений между флуктуациями не получает должного отражения в физпрактикуме.

Для решения соответствующей эпистемологической задачи мы использовали лабораторные работы по исследованию флуктуаций физиологических параметров живого организма, дифракции фотонов на щели и виртуальный эксперимент по дифракции электронов с целью моделирования микросостояния и анализа соотношения неопределенностей Гейзенберга, а также виртуальное моделирование теории случайных блужданий

броуновской частицы и статистических закономерностей теплового макросостояния. В естественнонаучном практикуме виртуальный эксперимент реализуется фронтально с использованием методики лекционного эксперимента, дополненного числовыми расчетами. В настоящее время мы приступаем к разработке объектно-описательного модельного эксперимента в рамках некоторых эволюционных «стрел времени» с привлечением числовых расчетов. Эпистемологический подход к физическому лабораторному эксперименту позволяет не только усилить мировоззренческо - методологическую сторону естественнонаучного, но и физического практикума и реально модернизировать структуру курса общей физики с опорой на классические и неклассические основы физических измерений, которые являются базой технологических приложений моделей современного естествознания.

Такой подход нами используется для курсов физики или основ естествознания экономических, информационных и гуманитарных специальностей технического университета.

## **О преемственности в преподавании теории ошибок на разных ступенях обучения**

Н.Н. Ляхов

Иркутский институт инженеров железнодорожного транспорта

664074 Иркутск, Чернышевского,15

E-mail: [lyakhov@sgd.iriit.irk.ru](mailto:lyakhov@sgd.iriit.irk.ru)

Для вуза очень важно, чтобы основные понятия физики были сформированы еще на школьной скамье. С первых дней пребывания в вузе будущие инженеры приступают к занятиям в физической лаборатории, основная задача которых – научить правильно измерять различные физические величины. Необходимым элементом измерения является оценка погрешности полученного результата. И приходится с сожалением констатировать, что в большинстве случаев вопрос об ошибках измерений на школьной ступени обучения преподносится в нарочито примитивной форме, а иногда даются даже неверные рекомендации и правила оценки погрешностей. И хотя существует строгая математическая теория ошибок, неплохо изложенная в ряде руководств, наряду с ней бытует другая «теория ошибок», доминирующая в школьных учебниках. Авторы некоторых из них, стыдливо обходя

вопрос об обоснованности своих рекомендаций вроде правила вычисления предельной ошибки измерений, наряду с этим приводят и так называемые уточненные формулы, соответствующие строгой теории ошибок. Такой подход вносит еще больший сумбур в представления школьников.

В ИрИИТе накоплен большой опыт взаимодействия со школами по повышению качества довузовской подготовки. В частности выработан и реализован в 12 подшефных школах единый подход к измерениям в ходе практикума вообще и теории ошибок в частности. На вводном занятии, например, на основе 50-60 измерений с помощью демонстрационного секундомера, строится гистограмма и тем самым показывается существование закона распределения измеренной величины. После этого вводятся понятия средней квадратичной ошибки, как имеющей совершенно определенный вероятностный смысл, доверительной вероятности и доверительного интервала.

Понятия предельной или максимальной ошибки необходимо полностью исключить из употребления на всех этапах обучения и практической работы.

Наш опыт показывает, что преемственность школьного и вузовского практикума в вопросах организации измерений физических величин позволяет выпускникам успешно пройти процесс адаптации в вузе, оперативно включиться в процесс обучения и сосредоточить свое внимание на действительно сложных вопросах вузовской программы по физике.

## **О лабораторном практикуме по механике**

А.Д. Пашун

Липецкий государственный педагогический университет

В процессе выполнения лабораторного практикума студенты должны получить представление о научном экспериментальном методе исследования физических явлений и его связи с теоретическим методом.

- Рационально иметь вводный курс, где необходимо рассмотреть вопросы обработки экспериментальных данных, использование метода наименьших квадратов для анализа эксперимента, использование вычислительной техники.
- Обратить особое внимание на создание различных моделей исследуемых явлений и процессов.

- Проводить сравнение определяемых параметров, полученных по расчетной формуле и с помощью метода наименьших квадратов. Такой подход позволяет увидеть особенности различных применяемых моделей и др.
- Студенты должны получить первые представления об ограниченности линейных моделей, т.е. существует предел, за которым наступает качественно новая область физических явлений – нелинейные явления. Имеется возможность рассмотреть особенности нелинейных явлений на примере сравнения гармонического и ангармонического осцилляторов. Сравнение различных моделей способствует формированию широкого научного (исследовательского) мышления учащихся.
- Дать представление о компьютерном моделировании физических явлений – имеется реальный эксперимент, а компьютерное моделирование позволяет глубже рассмотреть сущность физического явления (взаимно-дополнительное моделирование).
- Рассмотрение нелинейных явлений позволяет провести вычислительный (компьютерный) эксперимент. В образовательных технологиях должно быть разумное сочетание вычислительного и натурального эксперимента.

Мы должны сформировать у студента понимание научного метода исследования (познания), т.е. привить ему необходимые свойства для получения им новых знаний – концепция непрерывного образования. Основные моменты такого подхода отражены автором в учебном пособии: Пашун А.Д. Лабораторный практикум по физике. Механика. – Липецк: Изд-во ЛГПУ, 2000. – 182 с.

## **Исследовательская работа в физической лаборатории**

А.М. Полянский, ООО «НПК ЭПТ»,

В.А. Полянский, СПбГТУ

Санкт-Петербург 195220 а/я 262, e-mail: vapol@ept.hop.stu.neva.ru

Обсуждается новая функция лабораторного практикума по физике в процессе подготовки инженера. Иллюстрация данного физического явления, изучаемого в лекционном курсе, заменяется самостоятельным экспериментальным исследованием, в котором при обработке традиционных результатов измерений получают количественные характеристики как изучаемого явления, так и явлений, рассматриваемых в других разделах

курса. С помощью эксперимента решается фундаментальная задача образования - установление взаимосвязей между различными разделами физики. Приводятся описания цикла из 4 лабораторных работ, которые выполняются на компактном лабораторном стенде по теме «Изучение термоэлектронной эмиссии».

В методических указаниях дается современное представление об электронах в металлах. Приводится аналитический вид распределения Ферми-Дирака для электронов в металлах, вводится понятие энергии Ферми и работы выхода. Затем в 4 лабораторных заданиях выполняемых на одной установке, определяются: вольт-амперная характеристика вакуумного диода, удельный заряд электрона по закону Богуславского-Ленгмюра и методом магнетрона, работа выхода и распределение термоэлектронов по скоростям. В дополнительных заданиях предлагается определить излучающую поверхность катода (закон Стефана-Больцмана), зависимость сопротивления вакуумного диода от напряжения на аноде, сравнить мощность цепи анода и катода. Студентам предлагается сравнить вольт-амперные характеристики вакуумного диода при термо-электронной эмиссии, вакуумного фотоэлемента и фотоэлектронного умножителя.

В традиционной системе образования результатом лабораторной работы является экспериментальное подтверждение изучаемого явления или физического закона. Курс физики усваивается фрагментарно, физика, как основа любого образования, не несет объединяющей функции. Мы предлагаем повысить статус лабораторного практикума. Методическое обеспечение и лабораторные стенды к каждому циклу работ позволяют самостоятельно экспериментально изучить данную тему и установить взаимосвязи между различными разделами курса.

## **Концепция физического практикума для физиков: от лабораторных к научно-исследовательским работам**

А.В. Приходько, О.И. Коньков

Санкт-Петербургский государственный технический университет,

195251, Санкт-Петербург, Россия, [aleks@tuexph.stu.neva.ru](mailto:aleks@tuexph.stu.neva.ru)

Сообщается об опыте организации лабораторного практикума для физических специальностей на основе введения в учебный процесс фундаментальных исследований по приоритетным направлениям науки, проводимых на кафедре экспериментальной физики.

Таким образом, достигается контролируемый переход от уровня лабораторных работ по общей физике к современному научному исследованию на уровне бакалаврской и магистерской диссертаций. В качестве иллюстрации представлена серия методических пособий по отдельным работам физпрактикума, в которой реализована данная концепция.

Предлагаемая серия представляет, с одной стороны, обобщение опыта проведения лабораторных работ по физике на кафедре экспериментальной физики СПбГТУ. С другой стороны, эта серия отражает опыт экспериментальных исследований по физике конденсированного состояния, проводимых сотрудниками кафедры на современных объектах с использованием оригинальных методик. Данное обстоятельство может стать определяющим для выбора направлений и проведения научных исследований по теме бакалаврских и магистерских диссертаций непосредственно на кафедре.

Первый выпуск относится к взаимодействию электрического поля с веществом. В рамках лабораторной работы сначала исследуются поляризационные свойства льда, затем рассматривается «нобелевский» объект-фуллерен, и подробно описывается структура проведения научно-исследовательской работы. Отличительной особенностью серии является переход от выполнения работ физического практикума к новым экспериментальным исследованиям по актуальным направлениям современной физики, которые можно осуществить в учебной лаборатории электричества и магнетизма.

## **Пути интеграции высшей школы и академической науки**

Е.К. Ратникова, Т.Г. Иксанова, И.А. Фахретдинов, А.Н. Лачинов\*

Башкирский государственный педагогический университет, г. Уфа

\*Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН

В современной школе наблюдается тенденция отражения современных достижений науки в курсе учебных дисциплин, поэтому перед педагогическими вузами стоит задача подготовки учителей владеющих знаниями о приоритетных отраслях науки и техники, а так же уровень развития на сегодняшний день.

Педагогическим университетом в рамках проекта интеграции академической науки и высшей школы была создана межвузовская кафедра экспериментальной и теоретической физики при Институте физики молекул и кристаллов Уфимского научного центра Российской Академии наук. Целями создания явились фундаментализация знаний и повышение уровня

научно-исследовательских работ студентов физико-математического факультета, приобщение старшекурсников к экспериментальной и творческой работе по приоритетным направлениям современной фундаментальной физики, подготовка высококвалифицированных научных кадров для вузов и академических институтов, а также оказание методической помощи учителям физики общеобразовательных школ.

Данные цели конкретизируются в рамках решения задач:

1. Фундаментализация педагогического образования, направляется на то, чтобы выпускники физико-математических вузов - будущие учителя - ознакомились с современными принципами организации научно исследовательских работ и приобрели первичные навыки использования приобретенных знаний в практике научных исследований.

2. Создание современных условий для обеспечения процесса послевузовского образования талантливой молодежи из числа студентов с целью подготовки профессиональных кадров высшей квалификации и последующего их привлечения к реализации данной программы. Часть физических практикумов поставлена на уникальном лабораторном оборудовании академического института. Были разработаны спецкурсы по физике твердого тела, физической электронике, методам исследования поверхности твердого тела в объеме часов, отводимых на дисциплины специализации.

В лекционном материале и лабораторных спецпрактикумах используются оригинальные разработки и современное уникальное оборудование (например, сканирующий туннельный микроскоп, магнетронные распылительные установки лабораторного типа и т.д.). Начат планомерный процесс анализа и использования опыта преподавания физических дисциплин, накопленного физическими кафедрами разных институтов.

## **Использование персональных компьютеров в лабораторном физическом эксперименте**

Р.Б. Салихов, Ч.Х. Сагитова

Башкирский государственный педагогический университет

450000, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а; E-mail: [gen\\_phys@bspu.ru](mailto:gen_phys@bspu.ru)

Актуальной задачей современного физического практикума остается использование персональных компьютеров (ПК). В данном докладе отражены отдельные примеры практического применения ПК при постановке лабораторных работ в курсе



экспериментальной физики. Следует отметить, что изложенный ниже опыт можно было бы с успехом использовать и в физических практикумах по общей физики.

Примеры использования ПК в лабораторных работах можно было бы условно разделить на три основные группы: 1) обработка результатов измерений, 2) компьютерное моделирование лабораторной работы, 3) автоматизация физических измерений.

Под обработкой результатов измерений при выполнении лабораторной работы подразумевается не просто численные расчеты и расчет погрешностей, а использование готовых прикладных программных пакетов для окончательной обработки результатов. При численных расчетах и оформлении результатов можно с большой пользой использовать общеизвестные программы Maple и Excel. Обязательным элементом любой работы является, как правило, построение графиков по экспериментальным точкам и аппроксимация полученных кривых той или иной функцией. Для этих целей эффективно использование таких распространенных графических пакетов, как Grapher и Origin или аналогичных им.

При невозможности постановки лабораторной работы по тем или иным причинам можно провести компьютерное моделирование. Используемые нами программы, моделирующие физический эксперимент, позволяют виртуально выполнять примерно те же действия, что и в натурном эксперименте.

Наконец, использование ПК позволяет автоматизировать проведение физических измерений. Например, в ходе выполнения одной из лабораторных работ студенты знакомятся с работой датчика температуры на основе термистора КМТ-17, вторичного преобразователя с частотным выходом и со способом его сопряжения с ПК. Кроме того, в результате выполнения градуировки датчика температуры вносятся поправочные коэффициенты в рабочую программу.

## **Лабораторный практикум по курсу «Концепции современного естествознания»**

Б.Л. Свистунов, Ю.В. Горин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Реализуемая в совместном проекте по заказу РНПО «Росучприбор» концепция лабораторного практикума по КСЕ вытекает из основных целей курса и учитывает менталитет

студенческого контингента.

Генеральная цель курса определена как формирование научного мировоззрения творческой личности. Само естествознание при этом трактуется как единая наука о Природе, системообразующий фактор всей современной культуры. В понятие «Природа» включается не только окружающая нас среда, но и сам человек и все то, что создано человеком, т.е. общество, культура, включая техносферу. Курс предназначен быть основой естественнонаучного образования гуманитариев и, следовательно, в нем представлены концептуальные естественнонаучные идеи и обоснована и доведена до осознания студентами универсальность концепций не только в отношении естественных, но и гуманитарных наук. Иными словами, трансдисциплинарная сущность КСЕ включает в себя не только отношения между ветвями естествознания, но и взаимоотношения внутри единой культуры человечества, необходимым и представительным компонентом которой является естественнонаучное знание.

Задачей лабораторного практикума по КСЕ является поддержка теоретического курса, и – что важно – основные технологии творческого мышления. В этом аспекте задача обучения технике эксперимента отходит на второй план, а ведущим мотивом становится освоение методологии эксперимента и формирование умения задавать вопросы Природе и самому себе.

Состав и структура лабораторного практикума по КСЕ определены на основе системного подхода. Общая компоновка предполагает использование блочной структуры. Лабораторный практикум состоит из пяти разделов.

*Вводный раздел.* «Наблюдение и эксперимент – базовые методы научного познания».

*Раздел 1.* «Физические тела, системы, процессы».

*Раздел 2.* «Физические поля как состояние материи».

*Раздел 3.* «Вещество как состояние материи».

*Раздел 4.* «Квантово-волновой дуализм в природе».

Разделы образуют единую систему, отражающую разные грани и аспекты учебного курса. Разделы автономны, выполнение любого из них практически не связано с выполнением других. Это создает возможность выбора различных версий лабораторного практикума в зависимости от его объема в часах, специальности студентов, квалификации преподавателя и других факторов.

В раздел включено два - четыре лабораторных эксперимента, в каждом из которых предусмотрен варьируемый по сложности и объему набор заданий. Комплекс реальных экспериментов опирается на хорошо отработанные лабораторные эксперименты по курсам физики, химии, биофизики. Виртуальная часть выстраивается по аналогии со структурой систем искусственного интеллекта, т.е. при подборе компьютерных имитаций используются базы знаний, предусмотрено наличие конкретных механизмов упрощения и вывода, извлечения из переработанной информации новых фактов и накопления добытых знаний.

#### **Структура разделов.**

*Вводный:* «Наблюдение и эксперимент – базовые методы научного познания природы».

*Цель раздела:* познакомить студентов с назначением и особенностями экспериментального компонента естествознания.

*Теоретическая часть:* Роль и место наблюдения и эксперимента в науке. Цель и задачи экспериментов. Виды эксперимента. Структура научного эксперимента: модель объекта – воздействие – отклик объекта – анализ. Компьютерный эксперимент: построение адекватных моделей и схем воздействия.

Взаимовлияние экспериментатора и объекта.

## **Адаптация физического практикума к современным видам обучения**

П.В. Ситников, В.П. Левченко

Уральский государственный технический университет  
г. Екатеринбург, 610002, ул. Мира, 19, pvs@kf.ustu.ru

Представлен опыт разработки и комплексного использования элементов современных информационных технологий при проведении физического лабораторного практикума. В настоящее время развиваются как традиционные формы обучения (дневное, вечернее, заочное), так и появляются новые: дистанционное, продолженное, непрерывное. Происходит интеграция школы и вуза, открываются новые направления и специальности, вводятся новые образовательные стандарты, разрабатываются десятки новых учебных программ; при этом роль преподавания естественных наук только повышается.

Традиционный физический практикум, являясь одной из основных компонент усвоения знаний, в этих условиях обнаруживает ряд недостатков. Так, он достаточно ограничен материальной базой, жестким временным графиком выполнения лабораторных работ. Последнее особенно остро сказывается на студентах дистанционного обучения,

вынужденных выполнять лабораторные работы в сжатые сроки, отведенные на лабораторно-экзаменационную сессию. Поддержка физического практикума современными информационными технологиями обучения позволяет отчасти преодолеть эти недостатки.

На кафедре физики УГТУ-УПИ персональные компьютеры широко и достаточно давно используются для решения таких дидактических задач, как тестовый контроль знаний студентов и абитуриентов, математические вычисления при выполнении расчётно-графических работ, для статистической обработки результатов измерений и т.п. Применяются компьютеры и для демонстрации лекционных экспериментов, составлены обучающие программы и пр.

Особый интерес представляет моделирование лабораторных работ физического студенческого практикума, поскольку в силу своих уникальных возможностей компьютер может моделировать и иллюстрировать трудно наблюдаемые или даже вообще недоступные для наблюдения физические процессы и явления. Такие работы получили название виртуальных лабораторных работ, хотя слово виртуальный и не совсем точно отражает суть работы, так как студент знакомится с реальным физическим процессом, проводит измерения максимально приближенными к действительности приборами, считывает показания приборов, производит вычисления, статистическую обработку результатов измерений и т.д. В настоящее время разработан и продолжает модернизироваться комплекс виртуальных лабораторных работ по таким разделам физики как "Механика и молекулярная физика", "Электричество и магнетизм", "Оптика", "Физика твердого тела". При этом студенту предлагается следующая схема их выполнения.

1. Тестовый контроль с выставлением оценки за теоретическую подготовку студента к данной работе. Для относительно сложных вопросов могут быть предусмотрены теоретические пояснения и подсказки. Так, при ответе на вопросы по распределению Максвелла студенту предварительно демонстрируется модель доски Гальтона, показывается случайный характер попадания одной частицы в какую-либо ячейку, затем для большого числа частиц приводится их распределение по нескольким ячейкам, вводится понятие вероятности и плотности вероятности, график кривой распределения Гаусса, поясняется физический смысл условия нормировки вероятности и некоторые другие традиционно трудные для усвоения и осмысления понятия.

2. Далее следует экспериментальная часть, которая включает в себя выбор приборов и средств измерения, составление характеристик приборов, пределов измерений, цены

деления и пр., проведение измерений различных физических величин с помощью приборов, которые моделируются на РС. Собственно говоря, этот этап работы и можно назвать виртуальным, поскольку студент проводит измерения, не касаясь ни приборов, ни образцов. Например, при измерении диаметров шариков с помощью микрометра, на дисплее в динамическом режиме показано вращение подвижной шкалы микрометра, фиксация шарика между измерительными гранями микрометра. При этом разные шарики имеют разные диаметры с разбросом в несколько сотых долей миллиметра. Студент заносит показания приборов как в лабораторный отчет, так и в выведенную на дисплей таблицу результатов измерений, при этом компьютер следит за правильностью считывания и записи результатов измерений и в случае неправильной записи информирует об этом студента

3. На следующей стадии работы студент производит стандартную статистическую обработку результатов измерений, вычисление промежуточных и конечных значений искомых величин под контролем компьютера. Кроме того, в некоторых случаях компьютер решает практически инженерные задачи, например, сглаживает экспериментально полученную вольт-амперную зависимость, затем её дифференцирует и выдаёт на дисплей полученные зависимости в виде графика и в виде таблиц, предлагая студенту проанализировать полученные результаты, вычислить искомые величины, сделать выводы по данной лабораторной работе.

Опыт проведения со студентами виртуальных лабораторных работ выявил ряд положительных моментов, главным из которых, на наш взгляд, является возможность их проведения без специального учебного оборудования, что особенно важно в системе заочного, дистантного образования, во вновь открывающихся вузах и их филиалах, для самостоятельной и дополнительной работы студентов. Кроме того, появляется возможность акцентировать те или иные моменты различных этапов выполнения лабораторной работы. Конечно, натурный физический эксперимент несёт в себе большую достоверность, более соответствует духу физики. Естественно, виртуальные лабораторные работы не должны вытеснять реальные, такой задачи и не ставится, а вот творческое сочетание натуральных и виртуальных опытов безусловно будет способствовать выполнению дидактических задач, которые поставлены перед лабораторным практикумом. В принципе, подобные комплексы виртуальных лабораторных работ могут быть использованы не только в системе высшего образования, но и в школах, техникумах, профессионально-технических училищах, лицеях, гимназиях, на подготовительных отделениях и пр. Накопленный к настоящему времени опыт позволит в дальнейшем перейти к широкому использованию информационных технологий в преподавании курса физики.

## Совершенствование организации лабораторного практикума по физике

Е.А. Царева

Смоленский государственный педагогический университет.

214036, г. Смоленск, ул. Рыленкова, д.42, кв. 133;

Электронная почта: [lean@yandex.ru](mailto:lean@yandex.ru)

Эффективность лабораторной работы как части учебного процесса определяется уровнем понимания изучаемых с ее помощью явлений и законов, достигнутым студентом к моменту выполнения лабораторной работы. Возможности вузовских лабораторий, как правило, не позволяют проводить работы практикума фронтально. Обычная организация лабораторного практикума имеет существенные недостатки: случайность в последовательности выполнения работ для каждого отдельного студента; несоответствие последовательности тем выполняемых работ и материала лекций и практических занятий.

Мы в лабораториях по курсу общей физики решаем эту проблему так:

1. Изучение общей физики начинается на первом курсе, когда у студентов нет необходимого опыта работы в лабораториях. Поэтому в начале семестра предусмотрен, во-первых, семинар по теории физических измерений, обработке их результатов и оценке погрешности. Во-вторых, для закрепления изученного теоретического материала предусмотрено выполнение простой фронтальной лабораторной работы. При этом студенты знакомятся со статистической обработкой данных прямых и косвенных измерений с оценкой погрешностей величин.
2. Все лабораторные работы разбиваются на циклы по 6-7 работ различного уровня. Последовательность циклов фиксирована и соответствует положению теоретического материала лабораторной работы, материалу лекционного курса, что позволяет уменьшить расхождение лекций с материалом лабораторного практикума.
3. Для всех лабораторных работ подготовлены специальные методические пособия.
4. Для осуществления более глубокой связи эксперимента и теории для всех лабораторных работ подобраны физические задачи, имеющие различный уровень сложности и связанные по содержанию с выполняемой лабораторной работой. Проведение таких объединенных лабораторно – практических работ позволяет несколько скомпенсировать нехватку учебного времени и продемонстрировать связь изучаемого материала с практической деятельностью.

5. Внедрение компьютерных технологий предоставляет новые возможности для модернизации и повышения качества преподавания физики (Обработка результатов, построение графиков, моделирование процессов и явлений).

## **Сочетание традиционных и современных информационных технологий в физическом практикуме**

А.В. Шильников, Л.И. Черкасова, Л.А. Васильева, В.Н. Нестеров

Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия

400074, Волгоград, ул. Академическая 1, ВолгГАСА, E-mail: [postmaster@vgasa.ru](mailto:postmaster@vgasa.ru)

Наряду с традиционным лабораторным практикумом, предусмотренным государственным образовательным стандартом (ГОС) на кафедре физики Волгоградской государственной архитектурно-строительной академии ведется активная работа по разработке и использованию новых информационных технологий (НИТ) в учебном процессе:

- видеоверсии лабораторных работ, видеозадачи и их компьютерные модификации;
- методические указания к лабораторным работам в HTML (в формате для использования при обучении через Интернет);
- компьютерные лабораторные работы (в том числе из электронного учебника «Виртуальная физика» среды Stratum);
- компьютерное моделирование физических явлений и процессов (в рамках учебно-исследовательских работ);
- компьютерная обработка и анализ экспериментальных данных лабораторных работ;
- компьютерное тестирование в режиме тренажа и контроля («Виртуальная физика» Stratum).

В работе рассматриваются следующие вопросы: сочетание видеоверсий лабораторных работ с лабораторным экспериментом, сочетание лабораторного и компьютерного модельного эксперимента, творческая работа студентов, использование НИТ в решении задач, сочетание новых информационных и традиционных технологий при контроле знаний студентов. НИТ не только помогают обойти многие трудности, но, использованные совместно с традиционными образовательными технологиями, повышают качество обучения, помогая побудить студента к более активной учебной деятельности,

индивидуализировать учебный процесс, более эффективно использовать учебное время. Необходимость использования НИТ в учебном процессе во многих случаях диктуется самой особенностью ряда определенных физических явлений.

## **Отражение представлений современной физики в лабораторном практикуме**

Е.М. Агапова, И.Н. Арсентьев, Н.Н. Безрядин, А.Ф. Брехов, А.Ю.

Василенко, В.Д. Линник, Т.В. Проколова, С.А. Титов, Г.М. Щевелева

Воронежская гос. технол. академия, 39400, г. Воронеж, пр. Революции 19, [phys@vgta.vrn.ru](mailto:phys@vgta.vrn.ru)

Физические открытия и основанные на них технические разработки второй половины прошлого века во многом определили достигнутый уровень развития экономики и общественного сознания, но в курсе общей физики, особенно в лабораторном практикуме, представлены недостаточно. Поэтому на кафедре физики нашей академии разработан ряд новых лабораторных работ. В данном сообщении представлены три из них. Это: изучение характеристик светодиода и определение постоянной Планка; исследование вольт-амперных и люкс-амперных характеристик полупроводниковых гетеролазеров; изучение цикла работы тепловой машины на основе модели с твердотельным рабочим телом.

В первой работе изучается вольт-амперная характеристика (ВАХ) светодиода и с помощью дифракционной решетки определяется длина волны излучения ( $\lambda$ ). Напряжение ( $U$ ), при котором проявляется яркое свечение светодиода оценивается из ВАХ и визуальным методом по напряжению «зажигания» светодиода. По полученным экспериментальным значениям  $\lambda$  и  $U$  рассчитывается постоянная Планка.

Во второй работе исследуются ВАХ и люкс-амперная характеристики гетеролазера. Студентам предлагается кроме определения основных характеристик лазера пронаблюдать за изменением характера излучения от спонтанного к лазерному когерентному. Эти две работы сопровождаются специально разработанными программными средствами реализующими анимационные модели на компьютере, раскрывающие на электронном уровне принципы работы этих оптоэлектронных приборов.

В третьей работе для изучения термодинамических процессов, протекающих в тепловых машинах, в качестве рабочего тела используется монокристалл сплава медь – алюминий – никель с эффектом памяти формы при одноосной деформации сжатием. Изучение термодинамических характеристик такой твердотельной модели тепловой машины сопровождается компьютерной моделью тепловой машины с традиционным газовым рабочим телом.



## Доклады I секции "Концептуально-методические вопросы физического практикума"

Рук.: Анатолий Деомидович ГЛАДУН, проф. МФТИ (ГУ)

Вадим Константинович ИВАНОВ, проф. СПб ГТУ

**30 мая (с 10 до 13)**

### Виртуальный оптический лабораторный практикум удаленного доступа

А.А. Зинчик, С.К. Стафеев, А.В. Смирнов, Ю.Л. Колесников,

А.В. Селиверстов

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет), 190101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, 14, E-mail: zinchik@phd.ifmo.ru

Создано программное обеспечение, обеспечивающее проведение работ лабораторного практикума по физике в глобальной сети Internet. Программное обеспечение, написанное на языке Java позволяет проводить лабораторные занятия из любой точки мира. К настоящему моменту написано несколько лабораторных работ по курсу оптики и атомной физике. Программное обеспечение поддерживает только имитационный режим работы, то есть преподавателем создаются файлы данных, полученные из реального эксперимента. Для создания сценария выполнения лабораторной работы используется специализированная программа-оболочка, что позволяет создавать лабораторные работы преподавателям, не знакомым с программированием. Файлы с данными размещаются на WWW-сервере вместе с самой программой и загружаются одновременно с ней. После загрузки программы она выполняется локально, без дополнительных обращений к сети в процессе работы. Это позволяет облегчить работу пользователя, поскольку удобство работы с программой не зависит от скорости работы сети в каждом конкретном случае. Для обеспечения различий в результатах при выполнении одной и той же работы, программой моделируется случайный шум, задаваемый в диапазоне, указанном преподавателем. Для запуска программы необходим браузер Internet Explorer версии 4.0 и выше.

Кроме этого, в дополнение к лабораторным работам, написано программное обеспечение демонстрирующие интерференционные эффекты получаемые в опыте Юнга, при наблюдении колец Ньютона и в интерферометре Майкельсона. Программы позволяют работать с различными монохроматическими бихроматическими или спектральными источниками излучения с возможностью задания длин волн и ширины спектра. Результатами моделирования являются цветная интерференционная картина и график распределения интенсивности.

## Роль компьютерного эксперимента в физическом образовании

А.М. Толстик

Томский государственный университет

634050, г. Томск, пр. Ленина 36; e-mail: [tolstik@ido.tsu.ru](mailto:tolstik@ido.tsu.ru)

Даже в науке, где опыт является первичным источником знания, роль моделей не менее важна, так как без модели нет теории. В образовании эта роль ещё выше, и для получения знания недостаточно выполнения опытов, нужно также изучить теорию, уметь работать с моделями. Компьютерный эксперимент имеет дело именно с моделями физических процессов. Основное применение компьютерного эксперимента в образовании - демонстрации и лабораторные работы. Компьютерная лабораторная работа представляют собой вычислительный эксперимент, требующий активной деятельности студента. Такая работа не может в полной мере познакомить студентов с реальными приборами, но остальные функции лабораторной работы она выполняет. Компьютерная модель обладает также демонстрационной наглядностью, позволяя студентам «увидеть невидимое» - образование интерференционной картины летящими фотонами, релаксацию кристаллической решётки вблизи дефектов и многое другое, чего не увидишь в реальном опыте. В отношении развития у студентов навыков экспериментатора компьютерная и обычная работы мало отличаются: студенты обрабатывают результаты измерений, считают погрешности, рисуют графики и работают с ними.

При наличии «живых» лабораторных работ компьютерные лучше создавать по таким тематикам, которые недоступны обычному практикуму: там, где нужно «проникнуть» в строение вещества, проанализировать важные модели, где условия реального эксперимента экстремальны, для реализации великих исторических опытов.

Учебный компьютерный эксперимент представляет собой новую методику изучения физики, сохраняя при этом большинство дидактических черт реального эксперимента. Он расширяет круг опытов, проводимых студентами, не сужает применение обычного эксперимента, а дополняет его. В настоящее время применение компьютерного эксперимента в физическом образовании ещё только начинается, однако уже сейчас просматривается тот качественный скачок, который он может произвести при изучении физики в вузах и школах.



## **Компьютерный лабораторный практикум по курсу общей физики для технических вузов**

А.Н. Седов

Московский энергетический институт (технический университет)

111250, Москва, Красноказарменная ул. д. 14. [SedovAN@mpei.ru](mailto:SedovAN@mpei.ru)

Лабораторный практикум является составной частью компьютерного курса общей физики, обеспечивающего фундаментальную базовую подготовку по физике в объеме образовательного стандарта для таких направлений, как Техническая физика, Теплоэнергетика, Энергетическое машиностроение и др. Учебный план рассчитан на 550 часов обязательных занятий в течение трех семестров обучения.

В практикуме представлены десять лабораторных работ по физическим основам механики, четыре по молекулярной физике и термодинамике, десять по электричеству и магнетизму и шесть работ по оптике и атомной физике. Перечень лабораторных работ и их компьютерная визуализация воспроизводят типовые комплекты лабораторного оборудования по механике, электричеству и магнетизму, разработанные РНПО «Росучприбор», и лабораторный оптический комплекс фирмы «Владис», а также лабораторные установки, разработанные кафедрой общей физики и ядерного синтеза МЭИ.

Подготовка к выполнению лабораторной работы начинается с изучения ее описания, приведенного в разделе «Помощь». Описание содержит теоретические основы работы, схему экспериментальной установки, порядок выполнения работы и обработки экспериментальных данных, а также контрольные вопросы. Завершает подготовку оформление протокола работы.

Выполнение лабораторной работы состоит из трех этапов – задания исходных данных; проведения измерений с помощью компьютерной модели лабораторной установки; просмотра результатов обработки экспериментальных данных, выполненной компьютером и распечатки отчета. В случае необходимости можно изменить исходные данные и повторить измерения.

Ввод исходных данных предполагает задание физических параметров экспериментальной установки с указанием их абсолютной погрешности и характеристик измерительных приборов. При вводе физических параметров экспериментальной установки осуществляется контроль на их принадлежность допустимому диапазону значений.



Проведение измерений осуществляется в режиме моделирования. На экране изображены экспериментальная установка, измерительные приборы и таблица для записи результатов измерений. Результаты измерений заносятся в таблицу, а в ряде случаев отображаются и на соответствующем графике.

Математические модели лабораторных работ воспроизводят все параметры реальных лабораторных установок и выдают на измерительные приборы значения с соответствующей реальности случайной или систематической погрешностью. Важным достоинством моделей является возможность изменения физических параметров экспериментальных установок в широких пределах и даже изменение тех параметров, которые не могут быть изменены на реальной установке. Измерительные приборы также выдают измеряемые значения с заданной инструментальной погрешностью.

Отчет по работе может быть распечатан на принтере. Отчет содержит данные установки и измерительных приборов, таблицы результатов измерений, результаты аппроксимации экспериментальных зависимостей методом наименьших квадратов, графики и значения измеряемых величин с указанием абсолютной предельной погрешности.

Опытная эксплуатация компьютерного практикума в условиях очной и дистанционной формы обучения показала его высокую эффективность.

## **Опыт использования в физическом практикуме вуза интернет-технологий**

А.Ф. Маслов, С.Ф. Миндолин

Белгородская государственная технологическая академия строительных материалов

Россия, 308000, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, [smind@mail.ru](mailto:smind@mail.ru)

Трудности проведения практикума по физике в Белгородской государственной технологической академии строительных материалов обусловлены:

- большой загруженностью учебных лабораторий, обусловленной непрерывным ростом количества обучаемых при отсутствии роста и даже сокращении учебных площадей и числа лабораторных установок;
- появлением контингента учащихся, занятия с которыми проводятся вне академии, в частности в группах, занимающихся за пределом Белгорода, в условиях полного отсутствия лабораторной базы в местах обучения.

Проведение лабораторного практикума в подобных условиях вызывает повышенную нагрузку на лабораторные установки и методическую литературу. Особенно

трудной оказалась задача обеспечения студентов методическими разработками, количество которых, несмотря на неоднократные попытки возобновления, оказывается в условиях хозрасчета в работе издательских органов хронически недостаточным. Практика периодического переиздания методических разработок не удовлетворяет потребности учебного процесса, так как результаты его постоянного совершенствования могут вноситься в учебные издания только со значительным опозданием.

Подобные обстоятельства побудили коллектив кафедры физики к созданию электронной версии описаний лабораторных работ и практических занятий. С этой целью был создан сайт в «Интернет», где помещены практически все описания лабораторных работ в виде готовых заготовок студенческих отчетов со сведениями из теории, расчетными формулами и формами таблиц.

Студенты имеют возможность получить эти материалы из сети, напечатать их, заранее подготовиться и, придя на лабораторную работу оперативно провести измерения, заполнить таблицы и сравнительно быстро освободить лабораторную установку. Дальнейшая подготовка к защите лабораторной работы также облегчается, так как у студентов все сведения находятся «под рукой».

Подобный опыт позволяет также успешно выполнить и защитить работы студентам, обучающимся дистанционно. Теоретическую подготовку к работе они выполняют у себя «дома». Далее с заготовками отчетов они организованно приезжают в лабораторию на один учебный день, снимают измерения на всех необходимых им установках и уезжают. Подготовка к защите и сама защита происходит на местах их обучения.

Двухлетний опыт проведения лабораторного практикума по описанной методике показал ее эффективность и целесообразность:

- во-первых, оказалась полностью снятой проблема недостатка методических разработок;
- во-вторых, появилась возможность непрерывного совершенствования описаний лабораторных работ во время проведения учебного процесса.
- в-третьих оказалась удовлетворительно решенной проблема выполнения лабораторного практикума студентами, обучающимися дистанционно.

## **Компьютеризация лабораторного практикума по курсу «Общая физика»**

Ю.Н. Борцов, С.Н. Руденко  
Томский государственный университет  
Томск, Россия

Внедрение информационных технологий в учебный процесс позволяет качественно изменить как методику проведения студенческого лабораторного практикума, так и методику обработки результатов измерений. Современные устройства регистрации физических параметров позволяют оперативно получать большие объемы данных.

Регистрация, хранение и обработка таких массивов возможна только при высоком уровне автоматизации.

На кафедре общей и экспериментальной физики Томского государственного университета в течение ряда лет ведутся работы по компьютеризации лабораторного практикума. Разработаны технологии организации удалённого доступа к автоматизированным экспериментальным установкам. Среди них: «Определение постоянной Ридберга», «Зависимость показателя преломления воздуха от давления».

Автоматизированные лабораторные работы имеют ряд преимуществ: существенно увеличились возможности эксперимента, быстрота регистрации физических параметров в пространстве и во времени, созданы комфортные условия работы студентов за счёт сокращения трудоёмкой части работы, улучшено качество и наглядность экспериментальных данных. Полученные экспериментальные данные обрабатываются специальным программным обеспечением, стандартными средствами Windows, например Excel. В ряде случаев студентам предлагается самостоятельно составить программу обработки экспериментальных данных.

Автоматизация и компьютеризация значительно повысили эффективность учебного процесса за счёт уменьшения временных затрат преподавателя на каждого студента и более мультимедийного представления теоретического материала.

Удалённый доступ позволяет проводить работы с применением технологий дистанционного образования.

## **Проблемы использования компьютерного класса для задач физического практикума**

В.П. Архипов, Р.Х. Зиятдинов, Е.С. Нефедьев

Казанский государственный технологический университет  
420045, Казань, ул.К.Маркса,68, vicarch@mail.ru

Применение современных компьютеров в учебном процессе позволяет расширить арсенал методических приемов преподавания в физическом практикуме. Одним из известных приемов является сдача студентами допуска к лабораторным работам. Однако, широкого распространения этот прием не находит в силу целого ряда причин. Одной из них является отсутствие удобных методов контроля. Кроме того, сдача допуска обычно не практикуется

из-за загруженности преподавателей в связи с наметившейся в последнее время тенденцией к увеличению количества студентов в группах. Тем не менее вопрос о необходимости системы входного контроля знаний в физическом практикуме поднимается постоянно. Очевидно, что осмысленное выполнение студентом лабораторной работы упрощает защиту результатов физического эксперимента и способствует более глубокому пониманию сущности физических явлений.

Наличие компьютерного класса на кафедре физики является предпосылкой для решения указанной проблемы. Хорошие перспективы открываются для использования компьютерного допуска в лаборатории электричества и магнетизма. Как правило, студенты плохо представляют электрическую схему установки и затрудняются при анализе электрических цепей. Входной контроль с помощью компьютеров позволяет студентам не только отвечать на простые вопросы, но и смоделировать самостоятельно блок-схему установки с использованием набора стандартных блоков и элементов, моделировать расстановку знаков потенциала в цепях постоянного тока. Правильно выбрать необходимые меры техники безопасности для выполнения конкретной работы. Потенциал компьютерных технологий для решения поставленных задач пока использован неполно и его реализация в этой области требует продолжения исследований и апробации.

## **Использование компьютерной техники в качестве инструментального средства при проведении физического эксперимента в вузе**

И.Б. Кошелева, И.П. Корнева

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

239029, Калининград, ул. Молодежная, 6; e-mail: research@bga.koenig.su

Физика играет большую роль при подготовке специалистов в технических вузах и в значительной степени определяет профессиональные качества будущих специалистов. В современном инженерном образовании роль физики не исчерпывается усвоением фундаментальных понятий и законов, необходимых для дальнейшего изучения специальных предметов. Сочетание знаний фундаментальных основ теории по физике с лабораторно-практической формой освоения материала необходимо для развития интеллектуальных способностей, которые позволяют не только усвоить определенную сумму знаний и решать

типовые задачи, но и творчески действовать в нестандартных ситуациях, самостоятельно продолжать процесс образования.

Практический интерес представляет наш опыт создания виртуальных лабораторных работ по курсу общей физики. Для создания компьютерных моделей лабораторных работ по разделу «электрические явления» было использовано современное программное обеспечение. В качестве инструмента для создания интерактивных мультимедийных приложений был выбран продукт Macromedia Flash 5.0. Этот продукт позволяет быстро создавать презентации, содержащие текст и графические объекты, воспроизводить анимацию со звуковым сопровождением, а также имеет встроенный язык программирования Action Script.

В лабораторных работах, моделирующих процессы, протекающие в электрических цепях, мы воспользовались системой схемотехнического моделирования Electronics Workbench 5.0.

Такая виртуальная лаборатория открывает широкие возможности для развития новых методов экспериментального исследования, а также для создания моделей изучаемого явления, требующих активной работы самого учащегося в процессе выполнения лабораторного практикума. Компьютерное моделирование не может полностью заменить реальный эксперимент, однако оно может облегчить и улучшить обучение. При этом реальная и виртуальная лаборатории дополняют друг друга.

## **Учебные лабораторные комплексы по атомной физике**

В.А. Белавин, В.А. Квливидзе, И.К. Костин, В.В. Радченко, А.Т. Рахимов.

НИИЯФ МГУ. Москва, 119992 Воробьевы Горы.

e-mail: [kliv@srd.sinp.msu.ru](mailto:kliv@srd.sinp.msu.ru)

Мощное развитие современной компьютерной техники открывает новую страницу в обучении экспериментальной физике.

В НИИЯФ МГУ созданы учебные установки нового типа – это Учебные Лабораторные Комплексы – УЛК (спектрометры и установки для проведения классических экспериментов по атомной физике).

Основные принципы их создания:



1. Создание обширной базы экспериментальных данных на современных исследовательских установках.
2. Создание управляемых моделей экспериментального оборудования, адекватных соответствующим современным исследовательским прототипам (аналоги тренажеров в технике).
3. Создание программ:
  - а) для управления моделью;
  - б) для управления выводом результатов эксперимента (с использованием имеющейся базы данных). Экспериментальные точки выводятся в окна программы в динамическом режиме в точном соответствии с ходом реального эксперимента;
  - в) математической обработки результатов эксперимента (спектров, характеристик, графиков)

УЛК состоит из прибора-модели, компьютера с соответствующим программным обеспечением и методического руководства-описания.

Испытания комплексов (с участием студентов и физиков-профессионалов) показали: УЛК в работе практически не отличим от реальной исследовательской установки.

Достоинства метода:

1. УЛК работает в широком диапазоне классов точности.
2. УЛК, как учебная установка учитывает методические особенности при проведении учебного эксперимента.
3. УЛК является аналогом современного научного оборудования.
4. УЛК не требует высококвалифицированного обслуживания и затрат на эксплуатацию.
5. УЛК безопасен. Уровень безопасности его не ниже, чем у современных бытовых приборов.
6. УЛК значительно дешевле своих реальных исследовательских прототипов и доступны как для ВУЗов, так и для средних школ.

## **Применение компьютерных тренажеров в физическом практикуме**

К.Н. Нищев

Мордовский государственный университет

430000, г.Саранск, ул. Большевистская, д.68, nishchev@mrsu.ru

Важным элементом учебной деятельности студентов в физическом лабораторном практикуме является подготовка к выполнению экспериментальных заданий. Эффективность данного вида самостоятельной работы зависит от объема и качества доступного студентам информационного обеспечения практикума, включающего в себя как традиционные учебно-

методические материалы на бумажных носителях, так и электронные дидактические средства. К числу элементов информационного обеспечения практикума, представленных на электронных носителях, относятся компьютерные модели – тренажеры, имитирующие работу реальных экспериментальных установок.

В физическом практикуме кафедры общей физики Мордовского государственного университета используются несколько таких моделей. В качестве иллюстрации в докладе рассматриваются следующие компьютерные программы:

- 1) моделирование сложных оптических систем и их расчет матричным методом;
- 2) исследование световых пучков с заданным состоянием поляризации;
- 3) определение длины волны излучения и радиуса кривизны линз с помощью интерференционных колец Ньютона;
- 4) исследование явлений вращения плоскости поляризации;
- 5) моделирование оптических явлений в анизотропных средах.

Первые четыре программы, разработанные в среде DELPHI, реализуют принцип оптического конструктора, позволяющий студенту собрать виртуальную оптическую установку и осуществить на ней виртуальные измерения. Получаемые при работе с моделью данные компьютерного эксперимента являются результатами их расчета по заданным параметрам. Последняя из указанных программ создана с использованием техники 3d – графики.

Практика показывает, что применение компьютерных тренажеров позволяет повысить эффективность самостоятельной работы студентов на этапах их подготовки к выполнению экспериментальной задачи и сдачи отчета.

## Применение компьютерных моделей в лабораторном практикуме по курсу общей физики

А.В. Клиндер, Р.А. Испириян, А.В. Твардовский

Тверской государственный технический университет (ТГТУ)

170026, г. Тверь, наб. А.Никитина, 22, ТГТУ. atvard@tstu.tver.ru

В течение последних двух лет на кафедре теплофизики ТГТУ при освоении студентами лабораторного практикума по общей физике применяется, наряду с обычным, имитационное выполнение лабораторных работ на компьютерных моделях. Для этого разработана программа "Виртуальная лаборатория физики", включающая в себя программу-оболочку и 15 моделей работ. В частности, все установки, применяемые при изучении разделов "Электричество и магнетизм", "Колебания и волны", "Оптика", "Квантовая физика" – имеют свои электронные аналоги.

Работа программы организована таким образом, что на экране монитора постоянно присутствует схема лабораторной установки, отдельные элементы которой (такие, как шкалы стрелочных и цифровых электроизмерительных приборов, экран осциллографа, окуляры оптических приборов и т.п.) даны крупным планом. Элементы виртуальной установки должным образом реагируют на действия пользователя, которые регламентируются методическими указаниями к работе, сменяющимися друг друга на экране меню и подсказками. Методика проведения измерений и обработки их результатов точно такая же, как и при выполнении работы на реальной установке. В программе моделируется случайная погрешность, уровень которой также соответствует реальным условиям.

Методика проведения занятий такова. Студенты, как обычно, готовятся к выполнению работы. В лаборатории им демонстрируется реальная установка в действии, дается возможность (где это необходимо) самостоятельно собрать схему, а также провести несколько измерений – таким образом, они получают достаточно полное представление о характере работы. Основную же ее часть, включая измерения и обработку результатов, студенты выполняют либо в компьютерном классе, либо на своих домашних компьютерах. Защита работ проводится в обычном порядке.

Внедрение в учебный процесс виртуальных лабораторных работ, вызванное негативными факторами (изношенность и постепенный выход из строя оборудования), дало и свои позитивные результаты: благодаря элементу игры возрос интерес студентов и повысилась степень самостоятельного участия каждого в выполнении работ.

## **Автоматизация физического эксперимента в лабораторном практикуме вуза**

А.В. Дерягин, Р.А. Насыбуллин

Елабужский государственный педагогический институт

423630 Татарстан, г. Елабуга, ул. Казанская 89

Электронная почта: [root@egpi.elabuga.tatarstan.ru](mailto:root@egpi.elabuga.tatarstan.ru)

В последнее десятилетие наблюдается тенденция снижения аудиторного времени предметного блока на подготовку учителя физики. Интенсификация учебного процесса по необходимости выделяется на первый план.

С другой стороны, студенческую аудиторию заполняют люди очень несхожие, с разными целями, установками, уровнем развития и обучаемости. Между тем в высшей школе прочно утвердился некий усредненный общий темп изучения материала, жестко определяемый учебными программами, объемом знаний, которые предлагается всем студентам без учета их способностей, склонностей, интересов, а также скорости протекания мыслительных процессов. Поэтому, в учебном процессе нельзя рассчитывать на успех, если не учитывать индивидуальных различий студентов.

Эти вопросы успешно решаются на основе компьютерных технологий. В Елабужском педагогическом институте в течение последних 10 лет разработаны и используются в лабораторном практикуме автоматизированные измерительные комплексы (АИК) на базе ЭВМ. Использование АИК при проведении лабораторных занятий резко интенсифицирует учебный процесс. ЭВМ снимает информацию, обрабатывает ее, выводит результаты измерения на дисплей в виде таблиц и графиков, осуществляет контроль усвоения материала. Гибко составленные программы позволяют выполнять работы с учетом индивидуальных особенностей студентов; изменяются и функции преподавателя.

В нашем институте накоплен опыт использования ЭВМ в лабораториях «Радиотехника», «Механика», «Основы автоматики и вычислительной техники», «Экспериментальная физика» для автоматизации лабораторного практикума, а также на занятиях по физкультуре для автоматизации контроля и корректировки выполнения физических упражнений.

Подобные установки незаменимы для выполнения сложных исследовательских работ поискового плана, на которых при классической постановке не хватает времени.



## Дидактические функции виртуального физического эксперимента

Е.В. Оспенникова

Пермский государственный педагогический университет

614017, г. Пермь, ул. Добролюбова, 18 - 29, E-mail: [evos@nm.ru](mailto:evos@nm.ru)

Компьютерный эксперимент может с успехом использоваться как нетрадиционный источник “готового” знания по курсу школьной физики и как средство наглядности. Возможно его применение с целью отработки у учащихся отдельных экспериментальных действий и операций, а также с целью контроля уровня их сформированности. Разработка указанных аспектов практического применения компьютерного эксперимента в учебном процессе ведется достаточно успешно, но дидактические возможности виртуального опыта ими не исчерпываются.

Представляется чрезвычайно важным обратить внимание учащихся на методологическую функцию виртуального опыта. Эксперимент в виртуальной среде (*численное моделирование*) представляет собой одну из следующих стадий развития мысленного эксперимента, как метода теоретического исследования явлений природы. Инструментальные возможности компьютера позволяют математически описать мыслимую ученым модель явления, визуализировать эту модель и исследовать особенности ее поведения. Хорошая виртуальная модель имеет достаточное число “степеней свободы”, и обеспечивает возможность, так или иначе, комбинировать интересующие нас модельные процессы. В результате таких комбинаций пользователь получает новую для него информацию. Она рождается как результат логико-математической обработки компьютером исходных параметров модели, а также параметров воздействия на нее. Это знание носит *гипотетический характер*, и как результат всякого мысленного эксперимента нуждается в проверке в *натурном физическом опыте*.

Методологическая функция виртуального физического эксперимента реализована в обучающем проекте “SITMAKER” (*Пермский государственный педагогический университет*), который включает серию модельных компьютерных экспериментов, выполняемых учащимися в тесной взаимосвязи с соответствующими натурными лабораторными опытами. Данный проект имеет своей целью формирование у школьников навыков моделирования физических ситуаций, самостоятельного изучения особенностей протекания физических процессов на компьютере и последующего (или параллельного) исследования спрогнозированных с помощью компьютера эффектов в реальном физическом эксперименте.

Физический эксперимент в виртуальной образовательной среде должен быть очень разнообразным по своему дидактическому назначению и ни одна из его обучающих функций не должна быть упущена.

## **Применение компьютерной технологии при проведении лабораторного физического практикума**

В.Г. Суппес

Новокузнецкий госпединститут

654007 г. Новокузнецк, пр. Пионерский 13 ,

Компьютерные технологии находят все более широкое применение в учебном процессе. В данной работе предложена методика проведения ряда лабораторных работ с использованием компьютера, как измерительного прибора с одновременной обработкой результатов эксперимента и их графической визуализацией. При этом использовалось стандартное оборудование, например, установка для изучения внешнего фотоэффекта, которая подсоединялась к компьютеру IBM-386, или к любому другому компьютеру через один из внешних портов без каких либо дополнительных согласующих устройств (которые достаточно дороги). Для обработки и фиксации результатов эксперимента на языке Турбопаскаль составлялась программа, считывающая и обрабатывающая сигналы датчиков.

При использовании сред для написания программ возможны несколько наиболее простых вариантов:

1. Полностью составить программу на языке Турбопаскаль.
2. Составить программу на языке Турбопаскаль или Бэйсик для создания файла данных, а затем использовать MathCad или другую аналогичную программу.
3. Составить программу полностью на языке Визуалбэйсик.

Составлены программы для выполнения компьютерных лабораторных работ при изучении колебательных процессов, а также работ по волновой оптике. Результаты, полученные на компьютере, проверяются экспериментально на обычных установках, при этом анализируются причины несовпадения результатов, если таковые имеются.

## Компьютерная лаборатория физики

В.И. Хромов, В.М. Кузнецов

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева  
khromov@muctr.edu.ru

Для реализации принципов дистанционного обучения в преподавании курса физики и расширения возможностей лабораторного практикума удобным инструментом являются интегрированные программные пакеты типа MathCad, LabView, Electronic WorkBench, Edison и др. Опыт создания и использования в учебном процессе виртуальных и ON LINE-компьютерных лабораторных установок на кафедре физики РХТУ им. Д.И. Менделеева показывает их эффективность, в частности, для изучения таких разделов общего курса физики как Механика, Молекулярная физика, Электродинамика. Причём введение системы электромеханических аналогий позволяет рассматривать темы лабораторных заданий по этим разделам параллельно, осуществляя повторение учебного материала и углубление ранее полученных знаний.

В качестве примера разработанных и используемых нами модельных имитационных установок мы представляем компьютерные прикладные программы, предназначенные для изучения диффузионных процессов, распределения молекул по скоростям и энергиям поступательного движения, характеристик реальных газов (Молекулярная физика), резонансных явлений, релаксационных процессов, (Механика, Электромагнетизм) и др.

Компьютерная модель (виртуальная лаборатория), используемая для изучения физических явлений и процессов, представляет собой специально разработанный в рамках пакета LabView набор программ, управляемых операционной системой Windows'98-2000. Программы имитируют механические, молекулярные, электрические системы и позволяют наблюдать за процессами с помощью измерительных приборов (осциллографов, цифровых и стрелочных индикаторов).

В процессе выполнения заданий лабораторной работы регистрируются графические зависимости (например, функции распределения по скоростям и энергиям теплового движения молекул) вольт-амперные и фазочастотные характеристики, определяются неизвестные параметры системы - модельного аналога.

Опыт использования подобных компьютеризированных лабораторных систем на кафедре физики РХТУ им. Д.И.Менделеева показывает их эффективность в учебном процессе и повышенный интерес студентов к их применению.

## **Модельный компьютерный эксперимент в курсе физики. Активная обучающая среда «Виртуальная физика»**

Д.В. Баяндин

Пермский государственный технический университет

614000, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29а, baya@stratum.ac.ru

Среди интерактивных моделей, применяемых при обучении, выделим *динамические иллюстрации; модельные демонстрации; модельные лабораторные работы; модельные конструкторы*. Все классы моделей могут отображать внешний вид и поведение системы, числовую информацию о ней, графики, иллюстрирующие взаимосвязи величин, а также визуализировать глубинные, скрытые в реальном мире от глаз и приборов процессы и даже не существующие в реальности объекты и понятия. Отличие различных классов моделей состоит в степени интерактивности, в мере предоставляемой пользователю свободы управления и модернизации модели.

Один из современных программных продуктов, обеспечивающих проведение модельного практикума, – активная обучающая среда «Виртуальная физика» (разработка РЦИ ПермГТУ на базе инструментальной системы *Stratum-2000*), отличающаяся большим объемом и высокой степенью интерактивности материала. Среда содержит около 300 демонстраций и лабораторных работ, 50 конструкторов, на основе которых пользователь имеет возможность создавать новые модельные работы (причем конструкторы могут изменяться и расширяться), а также систему из 400 *интерактивных тренажерно-контролирующих заданий* и видеодемонстрации. «Виртуальная физика» в течение четырех лет успешно используется в ряде пермских школ и в системе повышения квалификации учителей физики (Пермский госпедуниверситет, областной ИПК). Педагоги совместно с разработчиками среды участвуют в выработке методики ее использования и создают сами новые модели, поскольку работа в *Stratum-2000* не требует знания алгоритмических языков.

Одним из стимулов для качественного выполнения учащимися модельных работ является решение на заключительном этапе занятия задач, связанных с модельным материалом. В «Виртуальной физике» тренажерно-контролирующие блоки включают качественные и количественные *интерактивные задачи*. Комплексы модельных работ и интерактивных задач представляют собой *обучающие сценарии*, особенно удобные для начинающих использовать компьютер на занятиях учителей.



## **Компьютерный практикум по курсу общей физики в техническом вузе для систем очного и дистанционного образования**

Д.О. Жуков

Московская государственная академия приборостроения и информатики  
Россия, 107846, Москва, ул. Стромьнка, д. 20. e-mail: ZhukovDm@jyandex.ru

Изучение физики, как и любой другой экспериментальной науки, невозможно без выполнения лабораторных работ, требующих наличия сложного физического оборудования. Стоимость которого является в настоящее время весьма высокой, что ставит большинство вузов перед выбором: купить оборудование для компьютерных классов или для физического практикума? К сожалению, часто выбор бывает не в пользу последнего. Поэтому создание комплексов электронных лабораторных работ является весьма перспективным и необходимым для изучения физики в техническом вузе, т.к. позволяют использовать уже имеющийся парк компьютеров.

Разработанная компьютерная система включает 40 лабораторных работ по "Механике" (10 штук), "Электричеству и магнетизму" (10 штук), "Опике и волновой физике" (10 штук), "Термодинамика. Молекулярная физика. Физика твердого тела." (10 штук). Диалоговая обучающе-контролирующая система лабораторных работ практически не имеет входного языка, так как управление изменением исходных данных ведется через современные средства: визуальные формы, командные кнопки и линейки прокрутки. Студент может варьировать значения параметров независимо друг от друга. В каждом модуле имеется краткая теоретическая справка по необходимому вопросу, излагающая суть моделируемого опыта или явления и сопровождаемая минимально полагающимся набором аналитических формул. Разработанная программа состоит из двух частей: "клиент" и "сервер". Программа "сервер" устанавливается на сервере высшего учебного заведения подключенного к локальной сети или Internet и имеет в себе базу данных всех пользователей зарегистрированных с помощью программы "клиент". Программа "клиент" находится на web-странице сервера и может быть установлена пользователем на другом компьютере. Чтобы начать работу пользователь должен зарегистрироваться на сервере с помощью программы "клиент" получить список лабораторных работ выполнить их ответить на контрольные вопросы и статистика его работы отправляется на сервер в личный файл.

## **Компьютерное моделирование лабораторных работ по разделу электромагнетизма**

Н.П. Калистратова, Л.Ф. Калистратова

Омский государственный технический университет, 644050 г.Омск-50, пр.Мира, 11, кафедра физики, Электронная почта: [physics@omgtu.omsktelecom.ru](mailto:physics@omgtu.omsktelecom.ru)

Современный уровень развития большинства естественных наук необходимо вызывает изменения в образовательном цикле. Прежде всего это связано со значительным увеличением объема информации как в школьной, так и в вузовской программах. Кроме того, в последние годы школьникам и студентам предлагаются для изучения новые перспективные методы обучения.

При обучении физике встречается ряд задач, легко поддающихся графической интерпретации на компьютере. Моделирование позволяет изучить явление на новом качественном уровне, недоступном реальному физическому эксперименту. К настоящему времени авторами создан пакет компьютерных лабораторных работ по разделу электромагнетизма: “Движение заряженных частиц в магнитном поле”, “Свойства сегнетоэлектриков”, “Взаимная индуктивность двух связанных контуров”, “Градуирование термопары”.

Перспективность привлечения компьютерного моделирования связана и с возможностью его многоуровневого использования. На первом уровне физическая задача может рассматриваться как демонстрация (для школьников специализированных классов и студентов гуманитарной специализации). На втором уровне предполагается изучение физического эксперимента при изменении параметров и характеристик, описывающих его, а так же решение практических задач (для студентов технических специальностей).

Перечисленные выше лабораторные работы отвечают всем требованиям к выполнению эксперимента. В их содержание входит теоретическая часть, непосредственное выполнение эксперимента на смоделированной компьютером установке, построение таблиц и графиков измеренных величин, обработка результатов измерений. Для контроля, проведения эксперимента предложены тестовые вопросы.

Лабораторные работы оригинальны, в их постановке студенты радиотехнического факультета ОмГТУ, для каждой работы составлены авторские программы на компьютере, написаны методические указания. Все они опробованы в лабораторном практикуме.



## Компьютерный лабораторный практикум по физике

Т.Я. Асадуллин, Г.Ю. Даутов, Б.А. Тимеркаев

Казанский государственный технический университет, 420111, К. Маркса, 10,

e – mail: timerkaev@kai.ru

На кафедре общей физики КГТУ им. А.Н.Туполева разработан цикл компьютерных моделей лабораторных работ по физике, полностью обеспечивающий программу курса общей физики по разделам механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, колебаний и волн. Разработанные модели являются аналогами реальных установок серийного производства «СоюзУчПрибор».

Особое внимание уделено тому, чтобы модели не стали только демонстрацией физических явлений, наглядным пособием для студентов. Основой каждой работы является задание провести измерения определенных параметров, а затем, используя их, рассчитать остальные величины и, если необходимо, построить графики зависимостей. Чтобы эти «измерения» были похожи на реальный эксперимент, в моделях предусмотрена случайная погрешность.

Интерфейс работы эмулирует настоящий измерительный комплекс со всеми необходимыми измерительными приборами. Текущие значения измеряемых параметров непрерывно отображаются в ходе экспериментов. Движение значимых объектов создается средствами векторной графики и происходит в полном соответствии с изучаемыми физическими законами. Для удобства проведения вычислений предусмотрена кнопка вызова калькулятора. Результаты измерений и вычислений можно сохранить в виде файла на диске в заданной директории.

К каждой модели лабораторной работы специально разработано методическое пособие, содержащее теоретическое обоснование работы, подробную инструкцию по выполнению и контрольные вопросы. Методические указания доступны как на бумажном носителе, так и в электронном виде. Для целей дистанционного образования должна использоваться более подробная теоретическая часть, а так же электронный гипертекстовый учебник по физике, разработанный тем же коллективом авторов. Помимо инструкции, в программах используются контекстные подсказки по выполнению и всплывающие надписи.

## Рейтинговая система контроля качества знаний с применением ЭВМ по курсу общей физики в железнодорожном университете

В.В. Касинский

ИрИИТ, 664074 Иркутск, ул Чернышевского 15. [vkasin@sgd.iriit.irk.ru](mailto:vkasin@sgd.iriit.irk.ru)

Проблема контроля качества знаний по курсу физики остается актуальной и в эпоху ЭВМ. На протяжении ряда лет в ИрИИТ проводится работа в рамках научно-методической темы "Совершенствование системы подготовки инженеров транспорта по кафедре Физика". Работа проводится по направлениям:

1) традиционные формы подготовки (семинары, лабораторные работы); 2) учет специализации студентов в курсе общей физики; 3) самостоятельная работа (УИРС и НИРС), 4) технические средства обучения (ТСО); 6) рейтинговая система контроля знаний (компьютерные тесты), 7) внедрение компьютерных демонстраций в учебный процесс.

Для тематического контроля знаний используется программный пакет MLT V1.5. Разработаны соответствующие методические задания по всем разделам (кинематика, динамика точки, электростатика, постоянный ток и т.д) и включают в себя 20-25 вопросов различной сложности (качественных и количественных) по теме. Время тестирования 6 мин (10-15 студентов/ час). Процент правильных ответов переводится в оценку по 5-бальной шкале ( 50, 60,70, 80, >90%) [1].

Текущий контроль проводится на занятиях. Он включает – правильность ответа на вопросы, скорость и точность решения задачи, степень анализа физического результата, его правдоподобности. В результате в журнале накапливается баллы в произвольной шкале(15-25), которые служат оценкой посещаемости и успеваемости и студента – ОПУС. В конце семестра рейтинговая оценка переводится в шкалу успеваемости и служит добавкой к традиционной оценке, что повышает мотивацию студентов и вносит соревновательный элемент в ход занятий.

В связи с переходом университета на дистанционные методы обучения созданы оригинальные тесты на основе программы HyperTest.exe vers.1.0a по всем разделам механики, электричества и оптики. Программа позволяет: 1- загружать базы данных с 512 вопросами, 2- делать выборку нескольких ответов, 3- вести регистрацию пользователей при прохождении теста, 4- вести протокол тестирования.

### Литература

1. МПС - ИрИИТ// Методические указания к применению программ автоматизированного обучения и контроля как инструмента преподавателя по курсу физики (ч.1-2). Иркутск, 1998, 21 с.

## **Концепция физического практикума для личностно-ориентированного обучения**

И.А. Крылов, Е.Я. Подтяжкин, Г.А. Шмелева

Ивановский государственный энергетический университет

153003, Иваново, Рабфаковская, 34

В учебном процессе увеличивается роль самостоятельной работы студентов, активно внедряется дистанционное обучение. Одним из перспективных направлений применения компьютеров в процессе обучения является их использование в обучающих средах. Вопрос применения обучающих сред в общем физическом практикуме не достаточно разработан и продолжает оставаться актуальным. Предлагаемая авторами обучающая модельно-экспериментальная среда (ОМЭС) может создать благоприятные условия для личностно ориентированного обучения студентов.

С точки зрения методики физического практикума процесс обучения организуется с помощью программных педагогических средств. Основными техническими средствами реализации общедидактических методов в ОМЭС являются компьютер с экспериментальными установками. Обучение ведется с помощью двух типов экспериментальных стендов для качественных и количественных опытов, на которых исследуются реальные физические явления. Стенды для качественных опытов доступны и наглядны. Стенд для количественного опыта работает на линии с ПЭВМ. Прием и передача экспериментальных данных ведется через плату сопряжения компьютера и опытной установки. Для технического обеспечения требуются стандартные цифровые измерительные приборы, управляемые источники питания и специальные блоки связи компьютера с экспериментальной установкой, позволяющие управлять ходом опытов. Электронные блоки связи, использующие аналого-цифровые преобразователи, разработаны на кафедре физики ИГЭУ.

В докладе представлены результаты применения ОМЭС в лабораторных работах «Изучение влияния магнитного поля на движение заряженных частиц» и «Изучение механизмов проводимости металлов и полупроводников».

Использование данной организации практикума в течение десяти лет в лаборатории кафедры физики ИГЭУ помогло достигнуть качественное и прочное усвоение учебного материала, обеспечить доступность и доказательность опытов, сформировать умения и навыки работы с современной измерительной аппаратурой. ОМЭС дала возможность увеличить долю самостоятельной работы студентов за счет рационального использования учебного времени, разгрузить преподавателя для обеспечения индивидуального подхода в обучении, реализовать дистанционное выполнение практикума.

## **Методологический подход в обучении физике**

В.П. Панаэтов, Н.П. Самолук, В.В. Удальцов

Новгородский Государственный Университет им. Ярослава Мудрого

В основе методологии существующего информационного способа обучения лежит накопительная (кумулятивная) модель развития науки, и родственной ей по духу принцип соответствия. Нетрудно видеть, что в полном соответствии с этими воззрениями информационный способ обучения рассматривает студента как своего рода компьютер, который необходимо обеспечить информацией и программой по ее переработке. На такой способ обучения наталкивают и государственные образовательные программы, созданные без учета методологического подхода к обучению. Естественно, что преподаватель начинает выступать в роли машины, пытаясь предложенную информацию заложить в рамки уже рабочей программы. В условиях бурного роста новых знаний такой подход ведет к перегрузке студентов, удлинению сроков обучения и увеличения разрыва между образованием и наукой.

Осознание недостатков информационного обучения вызвало к жизни ряд новых подходов в дидактике физики. Многие из них, принцип цикличности обучения, проблемное обучение и т.д., представляют собой, в сущности, дидактическую трансформацию отдельных аспектов методологии научного познания. Однако вследствие такого фрагментарного характера эти подходы лишь смягчают недостатки информационного обучения, не изменяя его природы. Альтернативой информационному подходу может служить методологический подход, при котором методология современной науки является не только основой методологии обучения, но и составной частью содержания обучения.

Современный лабораторный практикум, современное демонстрационное оборудование, хорошо продуманные семинарские и практические занятия определяют успешную форму работы преподавателя и творческий характер учебного познания. Иначе говоря, методологический подход рассматривает учебное познание как своеобразную субъективную форму научного познания, осуществляя тем самым связь между наукой и образованием. Итак, связь между наукой и образованием для естественных специальностей (физика, химия, и т. д.) в настоящее время резко ослаблена. Интенсивный бурный рост компьютеризации и информатики заслонила такие важные с точки зрения методологии обучения физике развитие лабораторного и демонстрационного оборудования. Нет современных приборов, нет и современных методик. Когда уровень подготовки студента приближается к современному научному уровню, его субъективное научное познание естественным образом переходит в объективную форму, то есть в обычную научную работу. Таким образом, при методологическом обучении устраняется разрыв между образованием и наукой.

## Метод активизации индивидуальной работы на лабораторно – практических занятиях по физике

В.С. Звонов, А.С. Поляков, В.Н. Скребов, А.И. Трубилко  
196105, Санкт-Петербург, Московский пр.149,  
СПб Университет МВД России, кафедра физики и теплообмена,  
тел. (812)-389-69-70, E-mail: tai@at3024.spb.edu

Реальная ситуация, сложившаяся в вузах, как следствие современных условий жизни, такова, что учеба по сути своей представляет тяжелую, изматывающую организм работу (при условии выполнения учебного плана на хорошем качественном уровне), без должной мотивации к обучению. В технических вузах физика часто относится учащимися к числу непрофильных предметов. Для значительной части обучаемых – это предметы «второго сорта» и мало кто понимает, что они необходимы и что в ряде случаев их значимость не ниже, если не выше профильных дисциплин. Поэтому у большого числа обучаемых до них «не доходят руки» либо вследствие нехватки времени и сил, либо вследствие непонимания их важности. Эти обстоятельства должны учитываться при организации учебного процесса и построении курса учебной дисциплины (КУД).

В последние годы имеет место негативная тенденция сокращения количества аудиторных часов, отводимых на изучение физики. Это означает, что возникает противоречие между возрастающей ролью фундаментального образования и сокращением возможностей достижения целей обучения традиционными методами.

В связи с этим еще большее значение приобретают методы обучения учащихся самостоятельной работе. То, что самостоятельной работе необходимо учиться – факт несомненный. Именно поэтому методам обучения и организации самостоятельной работы давно уделяется большое внимание. Естественно, что разработать универсальный метод обучения самостоятельной работе невозможно, поскольку условия работы, контингент учащихся, мотивация к получению хорошего фундаментального образования, психологические факторы и т.п. в разных учебных заведениях различны. Как показывает опыт, многие виды организации самостоятельной работы, в которых есть значительный временной разрыв между выдачей, выполнением задания и процедурой контроля, оказываются неэффективными и приводят к большим потерям времени.

На наш взгляд, организация самостоятельной работы, по крайней мере, некоторых ее видов, должна быть таковой, чтобы получение задания, его выполнение и контроль были совмещены в пределах одного занятия.

Другим важным элементом организации самостоятельной работы является индивидуализация работы студентов, что позволяет избежать многих негативных явлений, таких как списывание.

Наконец, третьим важным элементом является оптимальная организация курса учебной

дисциплины (КУД). В настоящее время информационная концепция обучения, длительное время существовавшая в высшей школе, заменяется деятельной. Поэтому оптимальная организация КУД должна охватывать и объединять различные виды занятий, направленных на овладение всеми элементами содержания образования в рамках дисциплины (знаниями, умениями и навыками).

Широкие возможности для этого предоставляет правильно организованный физический практикум. Принятый в настоящее время во многих Вузах двухчасовой порядок выполнения лабораторных работ на самом деле не позволяет эффективно использовать возможности физического практикума для решения задач обучения. Ситуация еще усугубляется тем, что современные тенденции разработки оборудования для физического практикума таковы, что сама по себе процедура выполнения лабораторной работы уже не занимает много времени, а оставшееся время уже недостаточно для оформления отчета и сдачи лабораторной работы. В результате этого возникает большая потеря времени не только аудиторных часов, но и времени обучаемого на оформление отчетов и последующей защиты.

Ограниченность бюджета времени не позволяет в должной мере организовать и практические занятия. Если провести соответствующий анализ, то можно убедиться, что при организации практических занятий в принятом виде (двухчасовые занятия для группы) эффективность их невысока, т.к. нет возможности осуществить индивидуализацию работы обучаемых в группе в 25 – 30 человек, когда преподаватель может уделить каждому не более 2 - 4 минут.

Для устранения этих недостатков, повышения мотивации обучаемых и индивидуализации их работы нами разработана иная методическая организация КУД. В ее основе лежит принцип совмещения лабораторной работы и практического занятия. Эти совмещенные занятия проводятся после прочтения полного цикла лекций по соответствующему разделу программы. Длительность такого занятия составляет шесть академических часов, т.е. весь учебный день отводится только на занятия физикой. Такая организация занятий позволяет решить следующие задачи:

- дать возможность учащемуся ознакомиться с теоретической основой данной лабораторной работы, имея доступ к экспериментальной установке;
- выполнить необходимые измерения не формально;
- индивидуально обработать полученные результаты;
- критически оценить полученные результаты и при необходимости выполнить дополнительные или повторные измерения и исправить имеющиеся ошибки;
- сдать отчет и получить оценку.

Затем обучаемому выдается индивидуальное задание, содержащее пять задач. В них содержатся вопросы по курсу, относящиеся к теме выполняемой работы. Особенность этих заданий заключается в том, что они не являются стандартным набором контрольных вопросов, ответы на которые можно найти в описании лабораторной работы. Часть



заданий сформулирована так, что ответы на них можно дать только после знакомства с прочитанным курсом. Другая часть заданий связана непосредственно с выполненной лабораторной работой. В этих заданиях предлагается либо анализ дополнительных возможностей использованного метода, другая модификация опыта, анализ ошибок и т.п.

С нашей точки такой метод позволяет преодолеть ряд недостатков.

1. В результате учащийся оказывается в ситуации, когда он вынужден смотреть на выполненную работу более осмысленно. Это, безусловно, повышает интерес к работе. Он лучше усваивает использованную терминологию, знакомится с аналогичными физическими явлениями, получает возможность выяснить границы применения использованных в работе методов.
2. Преодолевается известный недостаток традиционных описаний к лабораторным работам, в которых, в частности, детально указывается порядок выполнения работы, количество необходимых измерений и т.п. Обычно учащиеся ошибочно полагают, что именно это и составляет суть описания и, как правило, теоретическую часть описания игнорируют. Приступая же к выполнению последнего задания, учащийся вынужден вновь вернуться к теоретической части и проработать ее уже с определенной целью.
3. Предлагаемое задание вынуждает учащегося проводить осмысленный анализ экспериментальных результатов на их достоверность.
4. Индивидуальность задания (имеется 15 различных вариантов на группу в 12–15 человек) позволяет избежать списывания, а разнообразность заданий заставляет учащегося обращаться к литературе и к конспекту лекций.

. Определенная часть учащихся (до 25%) по тем или иным уважительным причинам вынуждена пропускать 1 – 2 лабораторных занятия. Нами разработаны видеoverсии выполнения работ, которые находятся в методическом кабинете кафедры и учащийся, пропустивший занятия в удобное время может просмотреть их. После просмотра он получает индивидуальное задание с результатами эксперимента. После обработки он представляет отчет и получает задачи.

Опыт проведения занятий по этой методике показал, что обучаемые активизируют знания путем самостоятельной работы, что позволяет им лучше понять суть изучаемых явлений и законов

## **Связь между лабораторным практикумом и контрольными заданиями по физике при дистанционном обучении**

Х.З. Усток, В.А. Жачкин, И.Г. Иванова, А.В. Носкин

Московский институт коммунального хозяйства и строительства (МИКХиС)

Москва, ул. Средне-Калитниковская, 30.

Учебные планы по физике для студентов технических вузов, обучающихся по заочной форме и системе экстерната, предусматривают лабораторные занятия и задания к контрольным работам. Количество лабораторных работ и контрольных заданий, обязательных для выполнения, зависит от формы обучения. Теоретический курс, практикум с определенным набором экспериментальных и теоретических задач призваны формировать физическое образование специалиста. Сложность курса физики и особенность дистанционного образования, прежде всего, требуют рационального отбора учебного материала. Для студента-заочника и экстерна, которые за время обучения выполняют около 15 и 10 лабораторных работ и 48 и 32 задачи, соответственно, важно четко обозначить тот круг фундаментальных проблем по физике, который дает удовлетворительный конечный результат независимо от формы обучения.

Программа, отбор теоретического материала, перечень теоретических задач и методика преподавания физики наиболее отработаны для студентов-дневников. Что касается заочной формы обучения и экстерната, то простое копирование для них методик дневной формы обучения не может вывести обучающихся на нужный образовательный уровень. Это связано с бюджетом времени, отводимого на лабораторные занятия, и со спецификой форм образования. Поэтому нами разработана методика постановки и проведения практикума по физике для контингента, обучающегося без отрыва от производства.

В основе этой методики лежит следующее: в дневных вузах семинары, домашние контрольные задания и лабораторные работы по физике по своему содержанию и методике их реализации весьма автономны. Этого не избежали и формы образования без отрыва от производства; здесь также отсутствует связь между лабораторным практикумом и контрольным заданием. Нами разработана методика, устанавливающая внутреннюю логическую связь между лабораторными работами и задачами контрольного задания. Иными словами, реализована идея комплексного построения практикума. Мы исходили из того, что практически любую лабораторную работу можно представить в виде теоретической задачи контрольного задания. В рамках реализации этой идеи нами были составлены серии по 10 задач контрольного задания, отражающие содержание конкретных лабораторных работ. Перед проведением лабораторного эксперимента студенты-заочники и экстерны должны решить и сдать задачи контрольного задания. Подготовка и решение задачи становится и подготовкой к конкретной лабораторной работе. Конечно, не все лабораторные работы связаны с задачами контрольного задания. Это обусловлено тем, что, во-первых, проведение не всех лабораторных работ в виде задач контрольного задания выигрышно в дидактическом плане, и, во-вторых, не всегда удастся качественно составить десять разнообразных задач контрольного задания. Опыт работы кафедры физики МИКХиСа по внедрению этой методики в учебный процесс показал, что лабораторные работы, связанные с контрольными заданиями, студенты-заочники и экстерны выполняют быстрее и более осознанно, чем другие работы. А это дает им возможность эффективнее использовать время работы в учебной лаборатории.

## **Доклады I секции "Концептуально-методические вопросы физического практикума"**

**Рук.: Анатолий Деомидович ГЛАДУН, проф. МФТИ (ГУ)**

**Вадим Константинович ИВАНОВ, проф. СПб ГТУ**

**30 мая (с 14 до 17)**

### **Концептуально-теоретические требования к учебникам общетехнических дисциплин в педвузах**

В.В. Смирнов, О.М. Алыкова

Астраханский госпедуниверситет

Одним из важных мест при подготовке специалистов квалификации учителей физики в педвузах отводится изучению общетехнических дисциплин и таких как электротехника, радиотехника, основы автоматики и вычислительной техники, электроники, практикуму по техническому конструированию. Согласно учебным программам, разработанных в 1999-2000 годах, изучение названных дисциплин проходит на разных курсах. Так, например, информатикам электроника читается на 1-2 курсе, физикам – на 3-4.

В связи с этим для качественной реализации имеющихся стандартов на образование возникает необходимость создания соответствующего учебника, оптимальный вариант – электронного. Сейчас имеется достаточно большое количество учебных пособий, однако, ориентированных на педвузы единицы да и те не лишены значительных недостатков. Одним из распространенных учебников является учебник «Радиотехника» Е.М. Гершензона, Г.Д. Поляниной, Н.В. Соиной. Данный учебник охватывает основные разделы программ. Однако, ряд разделов (например, «Линейные радиотехнические цепи», «Нелинейные и параметрические преобразования сигналов») излишне перегружен математическими формулами, что приводит к затушевыванию физических процессов, имеющих место в рассматриваемых цепях. Таким же недостатком страдает учебник В.А. Манкова «Радиотехника». Учебники зарубежных авторов, пользующиеся большой популярностью у нас (Хоровиц, Хилл «Полупроводниковая схемотехника», У. Титце, К. Шенк «Искусство схемотехники») наоборот, обладая четко выраженной практической направленностью, полностью лишены каких-либо математических описаний. Так, например, если в учебнике Е.М. Гершензона и др. для объяснения биполярного транзистора вначале рассматривается

теория четырехполюсников и из решения соответствующих уравнений, формально получаются четыре коэффициента, которым затем присваивается физический смысл как коэффициент усиления по постоянному току, входному сопротивлению и т.д. В книге же Хоровица, Хилла работа транзистора описывается набором трех правил:

- 1) ток коллектора равен производной коэффициента усиления на ток базы;
- 2) ток эмиттера равен сумме тока базы и тока коллектора;
- 3) если перепутал выводы транзистора – покупай новый.

По стилю учебник В.А. Жеребцова «Электроника» ближе к последним названным учебникам.

В последнее время появилось достаточно большое количество учебников по названным дисциплинам. Ряд из них больше напоминает справочники по радиотехнике (например «Уроки радиотехники», В.М. Пестриков). Заслуженным уважением пользуется учебник В.А. Прянишникова «Электроника. Курс лекций», написанный на основании читаемых автором лекций в Санкт-Петербургском государственном институте точной механики и оптики. Учебник позволяет гибко строить читаемый курс в зависимости от числа часов, отпущенных на его реализацию.

Исходя из колоссального, причем постоянно обновляющегося, объема материала, относящегося к общетехническим дисциплинам, создание некоего универсального учебника, наподобие энциклопедического справочника, вряд ли возможно. Поэтому в каждом ВУЗе для решения своих специфических задач, необходимо создание ориентированных на них учебников.

Специфика педвузов предполагает наличие «физического» учебника, раскрывающего тонкости процессов, происходящих в электрорадиоэлементах, в то же время снабженного достаточно строгим (но не избыточным) математическим аппаратом.

## **Опыт организации и чтения элективного курса по физике для студентов механического и лесохозяйственного факультетов**

Ю.Г. Сахаров

Брянская государственная инженерно-технологическая академия

241037, г. Брянск, пр. Станке Димитрова, 3, E-mail [bti@bitmcnit.bryansk.su](mailto:bti@bitmcnit.bryansk.su)

Предметом сообщения является обобщение опыта чтения элективного курса «Физические основы современных методов контроля», разработанного автором на кафедре физики БГИТА для студентов второго курса специальности 170400 «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности» [1] и переработанного для студентов вновь открытой специальности 330100 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

По глубокому убеждению автора будущие специалисты любой отрасли производства должны иметь представление о физических основах современных методов контроля качества материалов, изделий и техногенной среды; в особенности это относится к студентам специальности 330100. Однако в рамках курса общей физики дать целостное представление о современных методах контроля невозможно; отсутствуют такие дисциплины и на старших курсах.

В связи с этим поставленный курс, включающий в себя методы анализа состава, строения и свойств материалов, изделий и окружающей среды, постоянно совершенствуется. Лекционный курс сопровождается лабораторным практикумом, практическими занятиями, выполнением расчётно-графической работы, посещением современных лабораторий контроля, реферативной работой студентов, что существенно выходит за рамки учебного плана.

Каждому из студентов в начале семестра выдаётся индивидуальная тема реферата, в котором он должен изложить физические основы, современное состояние и область применения того или иного метода контроля. При подготовке рефератов помимо общефизической и специальной литературы используются периодические издания (например, «Соросовский образовательный журнал») а также Интернет-технологии. Примерные темы рефератов – «Атомная спектроскопия», «Рентгеноспектральный анализ», «Рентгеновская компьютерная томография», «Лазерное зондирование атмосферы» и другие.

В лабораторном практикуме студенты знакомятся с устройством спектральных приборов (монохроматор, стилоскоп), эмиссионными спектрами, методикой качественного и полуколичественного анализа состава вещества.

На практических занятиях студенты знакомятся с кристаллическими решётками вещества и методикой рентгеноструктурного анализа, рассчитывают по заданной дифрактограмме тип и период кристаллической решётки. По полученным данным определяются химический элемент или соединение, которому они принадлежат; для него рассчитываются интенсивности рефлексов по разработанному алгоритму.

При посещении региональной лаборатории таможенного контроля студенты знакомятся с современным оборудованием и методиками определения состава и строения материалов и изделий, такими как масс-хроматография состава органических жидкостей (например, на предмет фальсификации винно-водочных изделий), молекулярная фурье-спектроскопия с экспрессной компьютерной выдачей и анализом получаемых спектров, рентгеноспектральный экспресс-анализ состава изделий (на предмет определения драгоценных металлов при таможенном досмотре) и рядом других. Такие ознакомительные экскурсии существенно дополняют читаемый курс реальным содержанием и позволяют глубже усваивать понятия, довольно абстрактные для студентов младших курсов.

Автор надеется, что выбранное направление элективного курса и изложенный подход к его чтению помогают ликвидировать важный пробел в программе подготовки специалистов современного уровня.

### Литература

1. Сахаров Ю.Г. Организация физического практикума в рамках элективного курса на кафедре физики БГИТА. Современный физический практикум. Сборник тезисов докладов VI учебно-методической конференции стран Содружества. Самара. 2000 г. с. 53-54.

## Пути совершенствования практикума по методике обучения физике

Е.Б. Петрова, И.В. Седельникова

Московский педагогический государственный университет

Необратимые изменения, произошедшие в последнее время в сфере образования, требуют внимательного анализа и пересмотра содержания учебных планов различных дисциплин, а также сопровождающих их практикумов.

Необходимо учесть современные тенденции в образовании — основная задача состоит не в том, чтобы сообщить студентам некоторый объем знаний и вооружить их определенными умениями и навыками, а, научить умению находить и самостоятельно овладевать любыми необходимыми им знаниями. Что же касается учебного практикума по методике преподавания физики в педагогических вузах, то здесь необходимо научить основным приемам экспериментирования, а также представлениями о конструировании

учебных экспериментальных установок с использованием любого доступного оборудования. Еще раз подчеркнем – познакомить с основными принципами создания экспериментальных установок и основными принципами работы с ними. В настоящее время практикум по методике обучения физике организован следующим образом: имеются две ступени, внутри которых осуществляется тематическое деление, соответствующее структуре школьного курса. При реорганизации практикума по методике обучения физике, на наш взгляд, должны быть решены две основные проблемы: обновление содержания и изменение формы занятий. Прежде всего, необходимо ориентироваться на дальнейшую деятельность студентов в дифференцированной школе. Поэтому на занятиях по методике обучения физике рекомендуется предложить студентам три направления исследований: система школьного физического эксперимента в школах гуманитарного профиля, в общеобразовательных школах и в школах с углубленным изучением предметов естественнонаучного цикла. В соответствии с этими направлениями в качестве базовых учебников предлагаются учебники, соответствующие этим направлениям. В дальнейшем предполагается ротация специализации с целью всестороннего изучения методики и техники физического эксперимента.

Мы предлагаем реорганизовать практикум по методике обучения физике следующим образом: сохранить имеющуюся структуру, но учесть особенности современной материальной базы. Строить деятельность в лаборатории таким образом, чтобы было возможно использование оборудования различных типов – базового школьного оборудования, компьютера и необходимого для этого вспомогательного набора датчиков и подручных средств.

Преимуществами предлагаемой организации работ является: 1) большее разнообразие освоенных умений и навыков; 2) стимулирование творческого подхода к эксперименту; 3) использование новых информационных технологий; 4) возможность создания авторских программ, рассчитанных на любую аудиторию.

Кроме того, стоит задуматься и о формах проведения занятий в практикуме: больше времени выделить на самостоятельное творческое создание экспериментальных установок; использовать разнообразные формы проведения опросов, зачетов и тестов, с тем, чтобы эти формы, могли быть использованы студентами в дальнейшей педагогической деятельности.

Такой подход предполагает, что в деятельности преподавателя должны преобладать индивидуальные формы работы.

## **Физический практикум технического вуза в курсе «Концепции современного естествознания»**

В.В. Лобанов, А.А. Повзнер

Уральский государственный технический университет - УПИ,  
620002, г. Екатеринбург, кафедра физики.

Учебной дисциплиной, формировавшей у обучаемых целостное представление об окружающем мире и царящих в нем законах, всегда была физика. Поэтому с нашей точки зрения не вызывает сомнений, что курс «Концепции современного естествознания» (КСЕ), читаемый студентам нетехнических специальностей технического ВУЗа, должен базироваться на физической основе. В рамках того небольшого числа часов, отводимых на его изложение, встает вопрос об отборе материала и наличии ключевой идеи, которая пронизывала бы весь курс и связывала отдельные разделы. В качестве такой «ключевой идеи» мы предлагаем использовать объективно существующую в пространстве и времени материю. Таким образом, курс следует начинать с изложения основ специальной теории относительности, рассматривающей свойства пространства и времени, как форм существования материи, затем обсудить вопросы полей и частиц, связующим звеном между ними сделав фотон.

Наиболее сложной формой движения материи является социальная, и конечно же, курс «КСЕ» необходимо завершить Человеком, его местом и ролью в окружающем мире. Но к этому обучаемого нужно подвести постепенно, и нам показалась интересной попытка пройти краткий путь от момента «Большого взрыва» через нашу Галактику и Солнечную систему на Землю и закончить путешествие возникновением и развитием Жизни.

Так как критерием справедливости теоретических представлений служит эксперимент, то освоение студентами курса «КСЕ» трудно представить себе без лабораторного практикума. Кафедра физики УГТУ обладает соответствующей учебной экспериментальной базой, и прежде всего по физическим основам естествознания. Например, вопросы геомагнетизма решаются в работе по изучению индукции магнитного поля Земли, движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях (во Вселенной это – «солнечный ветер», в геомагнитном поле – полярные сияния) рассматриваются в работе по определению удельного заряда электрона методом магнетрона. Макроскопические системы частиц изучаются в компьютерной работе по проверке закона распределения Максвелла, а макросистемы в конденсированной фазе – при рассмотрении теплового расширения



металлов. Работы по определению энергии альфа – частиц или коэффициента ослабления гамма – излучения оказываются полезными даже в экологическом аспекте. Очень важное значение имеют работы по изучению интерференции, дифракции и поляризации света, так как первое, что видит человек, приходя в мир, и последнее, уходя из него, является свет.

Перспективным направлением развития лабораторного практикума применительно к курсу «КСЕ» является создание виртуальных работ в компьютерном варианте, которые открывают поистине неограниченные возможности для творчества и укрепления в сознании обучаемых тезиса А. Эйнштейна: «Самое непостижимое во Вселенной – это то, что она все-таки постижима».

## К методологии преподавания и исследований в физике

А.П. Смирнов

Международный Клуб Ученых,  
190031, СПб, Казанская ул., 36. smirnov@shaping.org

Исторически некорректные трактовки, переводы и изложения классического наследия привели к неправильной формулировке третьего закона И. Ньютона и математической записи в силовых характеристиках взаимодействия:  $F_o = - F_n$ .

В действительности фундаментальный закон взаимодействия состоит в передаче действия, оцениваемого произведением действующей силы  $F_o$  и скорости действия  $V_o$ , от одного тела, среды к другому телу, среде в форме равенства произведению силы реакции  $F_p$  на скорость реакции  $V_p$ :  $F_o V_o = - F_p V_p$ .

Этот дифференциальный закон сохранения энергии является универсальным и всеобщим, определяя специфику реального фотоэффекта и процесс перехода причины в следствие в элементарном акте изменения состояния. Использование при этом закона Кулона позволяет получить решение динамического аспекта многих тел, то есть установить общую универсальную закономерность эволюции системы взаимодействующих частиц с изменением внешних условий. Этот процесс экспериментально всегда оказывается многостадийным, и на каждой  $p$ -той стадии происходит упорядоченная последовательность опустошения одной подсистемы  $M_o - M$  и заполнения другой подсистемы  $M$  с изменением внешних условий  $A_p + B_p X$  по универсальному закону – Принципу Порядка:

$$M : (M_0 - M) = e^{Ar + BrX}$$

Это позволяет решать широкий круг проблем, неразрешимых в рамках существующей парадигмы из-за отсутствия Принципа Порядка и фундаментального закона взаимодействия в форме, в которой оно реализуется в природных явлениях, отражая качественное изменение энергии, изменение градиента потенциала, в процессе перехода причины в следствие.

## **Основы естествознания - фундамент высшего образования**

Л.Ю. Аюбов

Карачаево-Черкесский государственный технологический институт,

369100, КЧР, Черкесск, Ставропольская 36, факс (8-878-22)-3-47-20

В распоряжении Правительства РФ «О концепции модернизации российского образования на период до 2010 года» от 29 декабря 2001 г. № 1756-р уделяется особое внимание на «... обеспечение современного качества образования на основе сохранения его фундаментальности и соответствия актуальным и перспективным потребностям личности, общества и государства».

Включенный в учебные программы вузов по специальностям гуманитарного направления предмет «Концепции современного естествознания» восполняет пробел в фундаментальных естественнонаучных знаниях гуманитариев. В преподавании этой дисциплины возникли две крайности:

первая - гуманитариям излагаются курсы квантовой хронодинамики, ядерной физики, теории относительности и др., со всем набором аналитического материала для физиков, биологов, химиков;

вторая - модернизированный курс марксистско-ленинской философии советских времён. Необходима «золотая середина»: понимание студентом современной парадигмы, решение качественных задач физики, химии, биологии, астрономии. Предмет помогает овладению навыками безопасного пользования объектами техногенной среды, а с помощью лабораторного практикума применения к ним экономических расчетов энерго-ресурсосберегающих технологий, пониманию принципов работы медицинского и криминалистического оборудования, техногенного влияния на здоровье человека и т.д..

Опыт преподавания предмета «Концепции современного естествознания» студентам специальностей 0211, 0604, 0605, 0611 показал интерес молодежи к достижениям современной науки и техники, развития творческих способностей в поиске и обработки информации, усвоения современной терминологии, анализа современной парадигмы, развития интеллекта.

## **Методика организации общего физического практикума**

О.М. Дружинина, Ю.А. Завьялова, В. Жигарева

Тюменский госуниверситет. 625003 Тюмень, ул. Семакова, д.10. тел.:(3452)25-15-94.

E-mail: [vebor@utmn.ru](mailto:vebor@utmn.ru)

Становление молодого специалиста немислимо без овладения им современных методов исследования, контроля и управления технологическими процессами. Формирование и развитие экспериментальных навыков и умений позволяет выпускнику использовать теоретические знания в нестандартных профессиональных условиях.

Обучение физике нельзя представить только в виде совокупности теоретических знаний, ко всем видам чувственного восприятия необходимо обязательно добавлять «работу руками», что достигается при выполнении студентами физического практикума (ФП). ФП - важнейшее звено в процессе изучения курса общей физики, т.к. позволяет студенту осознать и закрепить основы физических закономерностей, способствует выработке исследовательских навыков. Количество работ по каждому разделу физики в наших лабораториях 10 - 15. В процессе организации и проведения лабораторных работ мы выделяем следующие этапы: 1) подготовительный: изучение студентами методических указаний с использованием учебно-методической и справочной литературы; 2) изучение материально-технической базы эксперимента; 3) устное тестирование студента на предмет понимания физических основ экспериментального исследования; 4) выполнение лабораторной работы, согласно разработанного плана, обработка результатов эксперимента с использованием средств современной вычислительной техники; 5) отчет о выполнении работы, включающий изложение теоретических основ и объяснение полученных результатов.

Качество выполнения лабораторного практикума во многом зависит и от методического обеспечения лабораторий. Методическое обеспечение, на наш взгляд, это

комплекс следующих элементов: комплект методических указаний к лабораторным работам; стенд с описанием форм отчетности; микробблиотека, состоящая из учебников и пособий по изучаемому разделу курса общей физики, справочной литературы; методические пособия для преподавателя; стенд-инструктаж по технике безопасности. В методических указаниях к лабораторным работам общего физического практикума мы выделяем 2 части: теоретическую и практическую. В теоретической части обязательно указывается название и цель работы, используемые в ходе эксперимента приборы и принадлежности. Описание теории эксперимента не является слепой перепечаткой параграфов из учебника, материал излагается в соответствии со следующими требованиями: преемственность теоретического материала лекционному курсу, оптимальная краткость, системность в изложении. Практическая часть включает план выполнения работы, контрольные задания и вопросы. Приведенный план не навязывает студенту пошаговое выполнение опыта, а лишь указывает на наиболее оптимальный путь при проведении эксперимента, мобилизуя инициативу обучающегося и формируя у него самостоятельность при решении задач, связанных с экспериментом. Студент приобретает навыки исследования, проводя активное вмешательство в ход эксперимента с целью постижения сущности изучаемого явления.

## **Новые информационные технологии обучения в методике преподавания курса физики в военном вузе**

В.Н. Калинин, М.В. Хохлова

ВИКУ им. А.Ф. Можайского

Основой инженерного мышления военного специалиста является фундаментальное физическое образование. Государственные образовательные стандарты второго поколения определяют содержание и объем курса физики в военном вузе, вместе с тем, система школьного образования не ориентирована на столь же жесткие стандарты. Снижение уровня общеобразовательной подготовки кандидатов создает сложные дидактические проблемы в процессе обучения и нередко приводит к отчислению курсантов по неуспеваемости. Все чаще встречаются случаи, когда выпускник средней школы не только слабо знает физику, но не умеет грамотно и аккуратно писать, производить элементарные вычисления без калькулятора, логически четко рассуждать и излагать эти рассуждения на

бумаге. В этих условиях весьма актуальной является педагогическая задача коррекции организации и, главное, методики физического образования в университете с целью обеспечения выполнения требований Госстандартов с учетом указанных тенденций, - проблема корректирующего или компенсирующего обучения. В решении этой проблемы можно указать следующие три пути: 1) развитие системы довузовской подготовки и отбора кандидатов; 2) совершенствование традиционной организации и методики обучения; 3) внедрение организации и методики обучения на основе использования новых информационных дидактических технологий.

Развитие системы довузовской подготовки может обеспечить существенное повышение уровня физических знаний абитуриентов. Как показывает опыт, эффективной формой такой работы является заочная физическая школа, в которой в течение года, предшествующего поступлению, ведется дополнительная подготовка школьников по школьной программе. В ВИКУ такая школа успешно функционирует уже более 10 лет (с 1991 года). За эти годы в школу поступили свыше 2000 чел, свыше 70% успешно ее окончили, 60% поступили в университет. Анализ показывает, что школа заметно способствует повышению уровня физических знаний для школьников с различным уровнем успеваемости. При этом повышение среднего балла сдачи вступительного экзамена по физике наблюдается во всех различных по успеваемости группах кандидатов.

Сложившаяся система физического образования в вузе основывается на традиционных принципах организации и методики учебного процесса, сложившихся в течение долгого времени и вобравших в себя все лучшее из имеющегося опыта. Однако возможности дальнейшего развития здесь практически исчерпаны и имеющиеся резервы весьма невелики.

Наиболее перспективным в решении рассматриваемой педагогической задачи представляется широкое внедрение в учебный процесс новых информационных технологий обучения, основанных на использовании современной компьютерной техники. Применительно к курсу физики можно выделить четыре основные направления внедрения указанных технологий, а именно:

1. Компьютерное сопровождение аудиторных занятий.
2. Внедрение компьютерных технологий в лабораторный практикум.
3. Внедрение активной компьютерной дидактики.
4. Компьютерная поддержка внеаудиторных занятий.

Рассмотрим составные элементы этих направлений, представленные в таблице.

Компьютерное сопровождение аудиторных занятий предполагает:

- компьютерное сопровождение лекций (опорный компьютерный конспект лекций, визуализация физических моделей и процессов, оперативное воспроизведение наиболее существенных физических экспериментов). Объединение указанных элементов позволит в будущем создать мультимедийный курс физики который позволит повысить эффективность лекционных занятий в комплексе учебных мероприятий, ориентированных на улучшение физического образования курсантов.
- компьютерное сопровождение практических занятий (применение компьютера при решении задач по физике, наглядное моделирование изучаемых физических закономерностей). Это существенно расширяет возможности преподавателя при подборе задач для решения в аудитории и повышает наглядность получаемых решений. Использование элементов компьютерной графики способствует привитию обучаемым навыков графической культуры, развитию культуры письма и оформления результатов расчетов.

Внедрение компьютерных технологий в лабораторный практикум предполагает:

- создание лаборатории компьютерной физики (создание виртуальных лабораторных работ, которые позволяют воспроизвести сложные и дорогостоящие физические эксперименты, включить в практикум принципиально новых лабораторных работ, которые в традиционных рамках учебной лаборатории не могут быть реализованы, использование компьютерной техники для обработки результатов физического эксперимента). В рассматриваемом контексте представляют интерес также варианты указанных комбинированных лабораторных работы, в которых используются лабораторные установки, представляющие сочетание реальных физических объектов и компьютера.

Внедрение активной компьютерной дидактики предполагает:

- комплекс мероприятий, реализуемых на основе использования класса компьютерной физики (априорная диагностика уровня знаний обучаемых в начале того или иного этапа обучения, оперативный контроль знаний перед началом практических и лабораторных занятий, формирование модульно-рейтинговой оценки знаний курсантов и ежемесячное аттестование, создание кафедральной базы данных о динамике усвоения учебного материала). Исключительно широкие возможности

повышения уровня физического образования предоставляют различные компьютерные обучающие программы, разрабатываемые в университете и других вузах. Эти программы, наряду с пакетами прикладных физических и математических программ, могут быть использованы как во время аудиторных занятий, так и во время самостоятельной работы обучаемых.

Компьютерная поддержка внеаудиторных занятий, предполагает:

- компьютерное сопровождение работы Клуба космических знаний;
- разработка курсантами фрагментов программного обеспечения компьютерных дидактических технологий;
- выполнение и оформление РГР с использованием компьютера;
- подготовка рефератов и докладов с использованием оборудования класса компьютерной физики.

Опыт кафедры показывает, что использование новых информационных технологий создает условия для активизации познавательной деятельности курсантов, развития у них творческих способностей, умений и навыков самостоятельно работать, обновлять и восполнять свои знания. Это тем более актуально в условиях, когда темп появления новой научной информации непрерывно возрастает.

## **Доклады II секции "Лекционный и лабораторный физический эксперимент в вузах"**

**Рук.:** Геннадий Георгиевич СПИРИН - проф. МГАИ (ТУ)

Сергей Константинович СТАФЕЕВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)

**29 мая (с 10 до 13)**

### **Учебный лабораторный комплекс «Электричество и магнетизм»**

Н.Н. Беглецов, Ю.П. Галишников, И.Л. Красногорцев, С.И. Морозов,  
П.Н. Сенигов

Южно-Уральский Государственный Университет, Уральский филиал РНПО «РОСУЧПРИБОР»  
г. Челябинск, пр. Ленина, 76, E-mail: [ilk@74.ru](mailto:ilk@74.ru)

Разработан учебный лабораторный комплекс по разделу «Электричество и магнетизм» курса общей физики, предназначенный для проведения лабораторных работ в высших учебных заведениях. Изготовлен опытный образец и подготовлено его производство по заказам вузов.

Отличительными особенностями разработанного стенда являются:

- объединение на рабочем месте физических моделей и ЭВМ, предназначенной для осуществления измерений, отображения процессов на виртуальном осциллографе и частичной или полной автоматизации эксперимента;
- завершенность конструкции, объединяющей на одном рабочем месте всё необходимое для выполнения любой лабораторной работы (от стола до методических материалов), т.е. при смене темы лабораторной работы не требуется никакой предварительной подготовки рабочего места обслуживающим персоналом;
- единый стиль и дизайн всех лабораторных установок и элементов стенда.

Источником питания стенда является блок генераторов напряжений с наборной панелью. Он состоит из генератора постоянных напряжений +15В, генератора регулируемого напряжения 0...+15 В, генератора синусоидальных, а также двуполярных и однополярных прямоугольных напряжений с регулируемой частотой (0,2...20 кГц) и регулируемой амплитудой от 0 до 10 В.

Исследуемые физические установки собираются на наборной панели блока



генераторов из элементов электрических цепей (резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности и т. п.) и более сложных функциональных блоков. Они выполнены в виде миниблоков в прозрачном пластмассовом корпусе, которые своими контактными ножками входят в гнёзда наборной панели и соединяются между собой, с генератором и с измерительными приборами проводами или специальными перемычками. Установка для моделирования электрических и магнитных полей в проводящем листе выполнена в виде отдельного планшета, который устанавливается на столе.

Измерения электрических величин (ток, напряжение, сопротивление и т.п.) производится с помощью мультиметров, либо виртуальных приборов. Для измерения температуры, магнитной индукции, пространственных координат в физические установки встроены датчики (датчики Холла, термопары, датчики положения).

Для ввода измерительной информации в компьютер и вывода из него управляющих сигналов служат специальный коннектор и многожильный кабель, соединяющий его с платой ввода-вывода данных PCI6023E, установленной в компьютере.

Для обработки измерительной информации в компьютере, наглядного отображения результатов эксперимента а также управления экспериментом разработан комплект виртуальных измерительных приборов, и пультов управления, работающих в среде Windows. Приборы разработаны в среде LabVIEW на языке G графического программирования.

Методические материалы по стенду включают в себя руководство по эксплуатации стенда и проведению базовых экспериментов. Установка позволяет выполнять эксперименты по темам: моделирование электрических и магнитных полей, зависимость сопротивлений проводников и полупроводников от температуры, процессы заряда и разряда конденсатора и определение ёмкости, вынужденные и свободные затухающие колебания в электрических цепях, резонансные явления, определение удельного заряда электрона методом магнетрона, эффект Холла, свойства ферромагнетиков и сегнетоэлектриков и их зависимость от температуры.

## Проблема измерений в физике

А.М. Полянский ООО «НПК ЭПТ», В.А. Полянский СПб ГТУ

Санкт-Петербург 195220, а/я 262, e-mail: vapol@ept.hop.stu.neva.ru

Проблема учета систематических ошибок, вносимых методом измерений, является общей для всех физических экспериментов. При изложении курса физики эта проблема рассматривается только в квантовой механике.

Рассмотрим измерения линейных величин. Измерить длину твердого тела можно штанген-циркулем или микрометром. Помимо погрешности, обусловленной классом точности прибора присутствует погрешность, связанная со взаимной механической и температурной деформацией, которую надо учитывать.

Большую точность обеспечивают оптические методы. Абсолютная погрешность интерферометра определяется длиной световой волны  $\lambda=0.6$  мкм. При этом нужно позаботиться, чтобы погрешности закрепления оптических элементов на торцах твердого тела и температурные деформации при измерениях не превышали погрешность прибора.

Электрические измерения. Погрешность метода измерений практически не зависит от класса точности прибора и определяется соотношением сопротивлений измерительного прибора и изучаемого участка цепи. При равенстве этих сопротивлений погрешность метода составит 50% и во много раз превысит погрешность самого измерительного прибора.

Рассмотрим проблему измерений в микромире. Определим координату газовой молекулы оптическим методом. Абсолютная погрешность измерения координаты  $\Delta x$  при этом будет порядка длины волны излучения  $\lambda$ . Сравним эту погрешность с размером молекулы  $d$ . Для середины оптического диапазона  $\lambda = 0.6$  мкм. Размер молекулы  $d=1$  Е. Точность измерений можно оценить отношением  $\lambda$  к размерам молекулы  $d$ :  $\lambda/d = 6000$ . Но даже при таком грубом измерении, молекула получает энергию около 2эВ при собственной энергии теплового движения 0.03 эВ. При этом импульс молекулы меняется на величину импульса фотона  $p = h/\lambda$ . Соотношение неопределенности получим, перемножая ошибку определения координаты на приращение импульса молекулы:  $\lambda \times h/\lambda = h$ , где  $h$  постоянная Планка. Если погрешность определения координаты молекулы станет равной размеру молекулы  $d$ , то энергия фотона составит 12000 эВ. При таком измерении молекула полностью разрушается.

## Изучение статистических законов в общем физическом практикуме

П.С. Булкин, Г.А. Миронова, Т.И. Малова

Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова

119992, Москва, Воробьевы горы, e-mail: galina@genphys.phys.msu.su

Изучению статистических законов в курсе общей физики в последнее время уделяется большое внимание. Наиболее удобным для изучения функций распределения по энергиям (ФРЭ) является совокупность электронов или других заряженных частиц, поскольку в этом случае имеются надежные методы сепарации частиц по энергиям.

В лабораторных учебных установках обычно выбираются условия, при которых осуществляется распределение по энергии близкое к максвелловскому. Однако важное практическое значение имеют ФРЭ отличные от максвелловских, которым посвящены две лабораторные работы, представляемые в данном докладе.

В первой работе анализируется распределение по энергии электронов, эмиттированных с катода многоэлектродной лампы. Электроны вблизи катода образуют облако, создающее потенциальный барьер. Если первую сетку лампы соединить с катодом, то потенциальный барьер смогут без потерь преодолеть только достаточно быстрые электроны, что приводит к обеднению медленными электронами вторичного электронного облака между первой и второй сетками. Метод задерживающего потенциала  $U$ , подаваемого на вторую сетку относительно первой, позволяет получить ФРЭ  $F(U)$  электронов вторичного облака по вольтамперным характеристикам  $J(U)$ :  $F(U) = A_1 \frac{1}{\sqrt{U}} \frac{dJ}{dU}$ , где  $A_1$  – константа.

Во второй лабораторной работе изучается ФРЭ электронов в газоразрядной плазме, то есть в термодинамически неравновесной среде.

Применяя метод зондов и измеряя зондовый ток  $J$  при различных потенциалах зонда  $U$ ,

можно получить выражение для ФРЭ электронов  $F(U) = A_2 \frac{d^2J}{dU^2}$ , где  $A_2$  – константа.

В каждой из описанных установок предполагается использование компьютерных программ для вариации начальных условий эксперимента. Студент может вносить изменения в процессе выполнения программы компьютером.

## Практикум «Статистическая обработка результатов измерения»

Е.Д. Эйдельман

Санкт-Петербургская Государственная Химико – Фармацевтическая Академия

Кафедра физики ул. проф. Попова 14, Санкт – Петербург, 197376 Россия

[physic@spcra.ru](mailto:physic@spcra.ru)

В курсе физики для медицинских, ветеринарных, агрономических, фармацевтических, биологических, химико–технологических и некоторых других специальностей необходимо включить практикум, отрабатывающий навыки статистической обработки результатов измерений. Курс физики для студентов этих специальностей невелик и часто главной целью лабораторных работ является построение графиков, ознакомление с принципами действия приборов и т.д. Это отодвигает обработку результатов наблюдений на второй план. В то же самое время при выполнении практических и лабораторных работ по химии, биологии и по специальным дисциплинам статистическая обработка результатов наблюдений часто считается уже известной.

Для заполнения этого разрыва в курсе физики СПбХФА предусмотрел практикум из двух работ, основной целью которого является ознакомление с основами статистической обработки результатов наблюдений.

**Цель работ:** Изучить закономерности статистической обработки случайных результатов прямых измерений и показать, что погрешность среднего значения  $\bar{n}$  результатов измерений с ростом  $n$  обратно пропорционально корню из  $n$ . Из измеренных тридцати однородных величин составляются шесть групп, содержащих результаты первых пяти измерений, первых десяти измерений, первых пятнадцати измерений, и т.д., наконец, всех тридцати измерений. Каждая группа результатов ( $n=5, 10, 15, 20, 25, 30$ ) обрабатывается независимо от остальных. Методами теории измерений, основанной на математической статистике, оценивается среднее значение, абсолютная и относительная погрешности, строятся графики.

Конкретные рекомендации и опыт, накопленный при проведении практикума, изложены в докладе.

## О методах оценки случайных погрешностей и надёжности физических измерений

Давидзон М. И.

Ивановский государственный университет, 153025 г. Иваново, ул. Ермака, 39, каф. общей физики;

E-mail [lena@fam.ufps.ipn.ru](mailto:lena@fam.ufps.ipn.ru)

При обработке результатов эксперимента важно знать: вероятность того, что истинное значение измеряемой величины  $x$  (надёжность) находится в таком-то интервале значений и каков этот интервал. По классической теории ошибок вероятность  $W$  нахождения величины  $x$  в пределах от  $x=a$ , до  $x=b$  может быть вычислена, если известна плотность вероятности  $f(x)$ . Плотность вероятности считают известной и равной функции Гаусса (теоретики полагают, что это доказано экспериментаторами, а экспериментаторы – что это доказано теоретиками). Величина  $x$  вычисляется как среднее арифметическое из результатов наблюдений, а погрешность оценивается как корень квадратный из дисперсии.

Отечественным исследователем М.И. Корнфельдом предложен метод оценки погрешностей и надёжности измерений, который значительно проще классического и при этом нет необходимости знать вид функции распределения ошибок. По этому методу полусумму от минимального и максимального значений  $x$  рассматривают, как приближённое значение измеряемой величины, а половину разности между максимальным и минимальным значениями – как погрешность. При числе измерений равном  $n$  надёжность определяется в виде:  $W = 1 - (1/2)^{n-1}$ .

При малом числе измерений (4-5) результаты расчетов по классической теории и методу Корнфельда практически совпадают. При увеличении числа измерений погрешность по Корнфельду возрастает, а по классическому способу уменьшается. Обращает на себя внимание факт, что при стремлении числа измерений к нулю по Гауссу погрешность резко возрастает, а по Корнфельду - стремится к нулю, что кажется более естественным: нет измерений – нет погрешностей.

Обсуждаются концептуальные вопросы методов и приводятся примеры.

## **Исследование неупругого механического удара с помощью лабораторной модели строительного копра**

А.Б. Колпаков

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.

603600. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.

Одним из типов фундаментов под строительными сооружениями является фундамент на сваях. В процессе изготовления такого фундамента, направление и забивка свай в грунт на большую глубину осуществляется при помощи специальной строительной машины - копра. При этом глубина погружения сваи зависит как от механических свойств грунта, так и от величины ударной силы, определяемой параметрами самой машины.

Предлагается новая лабораторная модель копра оригинальной конструкции, представляющая собой прибор настольного типа и предназначенная для использования в высших технических учебных заведениях соответствующего профиля при проведении физических практикумов. В процессе проведения лабораторных измерений, конечная цель которых заключается в определении эффективности удара при забивке свай, различные параметры грунта (твердость, вязкость) имитируются силой трения приложенной к "свае" (металлическому стержню цилиндрической формы). При этом сила удара регулируется предварительно задаваемой высотой подъема молота, который свободно перемещающегося под действием силы тяжести по направляющей штанге. При проведении исследований полагается, что удар молота о сваю неупругий.

Приводятся результаты соответствующих экспериментальных исследований, полученные на уровне представляемой модели (графические зависимости глубины погружения сваи от высоты подъема молота при различных значениях средней силы сопротивления грунта).

Показывается, что возможности установки могут быть значительно расширены в результате небольшой модернизации, предусматривающей определение силы удара путем измерения времени соударения и скоростей молота до и после удара.

## **Лабораторная установка для определения момента инерции тела**

И.Г. Ковалевский, Е.Э. Вржащ

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

В физике существуют понятия – масса, сила, момент инерции и т.д., которые вводятся для характеристики свойств тел, но носят абстрактный характер в силу того, что они не имеют наглядного выражения. Для формирования подобных понятий необходимо провести их экспериментальное изучение, то есть указать способ их измерения. Если в процессе измерений выявляется некоторое постоянное отношение, то может быть введена новая физическая величина, смысл которой подлежит дополнительному анализу.

С целью обеспечить формирование понятия момента инерции твердого тела предлагается выполнять его измерение для одного и того же тела, совершающего движения вокруг оси по разным направлениям.

Для выполнения эксперимента используется установка, состоящая из штатива, на котором имеется узел, обеспечивающий закрепление и вращение исследуемого тела вокруг горизонтальной оси, и узел, обеспечивающий крутильные колебания около вертикальной оси, - бифилярный подвес. Исследуемое тело – маховик – имеет в центре отверстие с резьбой, предназначенное для крепления маховика в различных положениях. Установка комплектуется приспособлениями для приведения маховика в движение. В соответствии с эргономическими принципами маховик окрашивается в контрастный цвет, узлы крепления и дополнительные детали – в нейтральный цвет.

Закрепление одного и того же тела в разных положениях позволяет определять момент инерции тела динамическим методом, методом простых колебаний и методом крутильных колебаний.

Совпадение результатов, полученных различными способами, приводит к выводу о том, что выявленные в измерениях отношения являются характеристикой исследуемого тела. Анализ полученных результатов позволяет окончательно сформулировать понятие момента инерции как объективной характеристики исследуемого тела.

Выполнение лабораторной работы приближает учебную деятельность к исследовательской работе, что способствует развитию познавательного интереса.

## **Специализированный лабораторный практикум “колебания и волны” в московском государственном институте стали и сплавов**

С.М. Курашов, Е.К. Наими, А.П. Русаков

Московский Государственный Институт Стали и Сплавов (Технологический Университет)

119991, Москва, Ленинский пр., 4. E-mail: [naimi@misis.ru](mailto:naimi@misis.ru)

Наряду с общеобразовательным физическим практикумом, выполняемым студентами всех специальностей Московского Государственного Института Стали и Сплавов (МИСиС), на кафедре физики разработан и введен в действие специализированный лабораторный практикум по разделу “Колебания и волны”. Он предназначен для углубленного изучения колебательных и волновых процессов студентами физико-химического факультета и факультета полупроводниковых материалов и приборов.

Данный практикум включает в себя 8 лабораторных работ, четыре из которых посвящены изучению механических колебаний и акустических волн в различных газах (воздух,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ), а четыре других – изучению колебательных процессов в электрических цепях. Рассматривается широкий спектр явлений, происходящих как в дискретных, так и в распределенных колебательных системах: свободные затухающие и вынужденные колебания систем с одной и несколькими степенями свободы, сложение колебаний разной направленности, биения и модуляция колебаний, образование стоячих волн, резонанс токов и напряжений в колебательном контуре, а также фазочастотные свойства электромагнитных колебаний.

Все лабораторные установки собраны на базе типового учебного оборудования, изготавливаемого РНПО “Росучприбор”.

Допуск, выполнение и защита работ осуществляется каждым студентом в соответствии с индивидуальным заданием по специально разработанной на кафедре физики МИСиС системе контрольных вопросов и задач.



## **Учебная установка для изучения колебаний столба жидкости**

Г.В. Карпова, В.М. Пауков, В.М. Полунин, Г.Т. Сычев  
КурскГТУ, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94, E-mail: pro\_ski@kstu.kursk.ru

Прогрессивным направлением в развитии лабораторного практикума по физике в вузах является применение современных технологических материалов в качестве исследуемых объектов или активных элементов лабораторных установок.

В предлагаемой учебной установке, предназначенной для изучения затухающих колебаний гидромеханической системы, в качестве массивного элемента используется продукт нанотехнологий – магнитная жидкость (МЖ), характеризующаяся наряду с высокой текучестью гигантской (по сравнению с “обычными” жидкостями) магнитной восприимчивостью. Центральным узлом установки является воздушно - магнитожидкостный резонатор, представляющий собой запаянную снизу стеклянную трубку, в которой столбик МЖ находится над газовой полостью благодаря стабилизации межфазной границы неоднородным магнитным полем. Источником магнитного поля служит кольцевой магнит. В зазор между трубкой и одетым на нее магнитом помещается катушка индуктивности. Система магнит- катушка свободно перемещается вдоль оси трубки. Возбуждение колебаний МЖ - столбика осуществляется небольшим ударом по держателю трубки, а индикация колебаний выполняется на основе индукционного метода. Переменная ЭДС с катушки индуктивности подается на вход осциллографа или в компьютер, оснащенный звуковой картой и соответствующим программным обеспечением. Сопряжение учебной установки с компьютером позволяет существенно упростить и ускорить процесс получения данных, их сохранение для дальнейшей обработки и анализа. Установка позволяет плавно изменять частоту колебаний исследуемой системы в пределах 15 – 250 Гц, как за счет изменения высоты столбика жидкости, так и за счет изменения объема воздушной полости.

В число заданий к выполнению входят: измерение резонансной частоты колебательной системы, коэффициента адиабатической сжимаемости газовой полости; расчет адиабатической сжимаемости по известной формуле теории упругости и сравнение с опытными данными; измерение коэффициента затухания колебательной системы, изучение частотной зависимости коэффициента затухания и ее анализ с привлечением модельных теорий Пуазейля и Гельмгольца.

## **Изучение стоячих волн в металлических стержнях на основе эффекта магнитоупругости**

В.Ф. Новиков, И.Г. Фатеев, А.Г. Кутушев, П.Ю. Третьяков

Тюменская государственная архитектурно-строительная академия, 625001,

г. Тюмень, ул. Луначарского, 2, кафедра физики; E-mail: tumgasa@sbt.tmn.ru

В современных условиях многие вузы не имеют возможности приобретать лабораторное оборудование. В этой связи многие преподаватели разрабатывают собственные установки. Описанию одной из таких установок, используемой в лабораторном практикуме по физике и посвящается данный доклад.

В известных нам лабораторных работах, посвященных исследованию стоячих волн в твердых телах, не определяется положение узлов и пучностей, что в значительной мере снижает наглядность существа волнового процесса. Указанный недостаток может быть восполнен в предлагаемой лабораторной работе, в которой стоячие волны в металлическом образце исследуются на основе магнитоупругого эффекта.

Вкратце существо работы состоит в том, что между источником и приёмником звуковых колебаний помещается стержень из ферромагнитного материала. Электрические колебания от генератора подаются на пьезоэлектрический преобразователь – источник механических колебаний. Приёмник преобразует возмущения механических напряжений в электрический сигнал, наблюдаемый на экране осциллографа или ПЭВМ. При определённых частотах в стержне устанавливаются стоячие волны. С помощью катушек Гельмгольца создаётся магнитное поле, силовые линии которого направлены вдоль продольной оси образца. Под действием упругих напряжений, возникающих в стоячей волне, происходит изменение поля намагниченности в стержне. Поэтому в катушке, надетой на образец, появляется ЭДС индукции, фиксируемая на экране осциллографа. В узлах и пучностях механические напряжения, а также ЭДС индукции принимают соответственно наибольшие и наименьшие значения. Посредством перемещения катушки вдоль стержня определяются положения узлов и пучностей в стержне. Учитывая, что расстояния между узлами равны половине длины волны, и, измеряя эти расстояния, определяются скорость распространения звука в стержне и модуль упругости материала. Таким образом, в работе используются явления электромагнитной индукции, электрострикции, а также пьезо- и магнитоупругий эффекты.

## Апериодические колебания кругового витка с током в неоднородном магнитном поле

В.С. Кунаков, В.Б. Федосеев

Донской государственный технический университет

г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1; e-mail: sintez@aaaanet.ru

Цель работы:

- изучение апериодических механических колебаний витка с током в неоднородном, стационарном магнитном поле кругового контура;

- изучение вынужденных механических колебаний витка с током в стационарном и нестационарном неоднородных магнитных полях.

При изучении свободных колебаний используется только контур с постоянным током, при изучении вынужденных колебаний - оба контуры. В первом случае возникают свободные затухающие колебания с собственной частотой колебаний  $w_0$  :

$$w = \text{SQR} ( w_0^2 - \beta^2 ) \quad w_0 = \text{SQR}(( k + C \cdot P ) / m ),$$

здесь: SQR - корень квадратный, k - коэффициент жесткости пружины, m - масса витка с током, P<sub>m</sub> – его магнитный момент - P<sub>m</sub> = I<sub>1</sub> \* n \* S; I<sub>1</sub> сила тока в витке, n - число витков, S – площадь витка; C = (3 \* μ<sub>0</sub> \* I \* N) / (2 \* R<sub>1</sub><sup>3</sup>) μ<sub>0</sub> – магнитная постоянная, I – сила постоянного тока в контуре радиуса R<sub>1</sub> с числом витков N, β = r / 2m, r - коэффициент вязкостного трения. В этом случае исследуют: зависимость от I частоты свободных колебаний витка с током при I<sub>1</sub>=0; апериодические колебания витка с током, подбирая I<sub>1</sub> так, чтобы w<sub>0</sub> = 0; экспериментально определяют значение μ<sub>0</sub> ; рассчитывают критическое значение коэффициента затухания.

Во втором случае возникают вынужденные колебания с частотой, равной частоте колебаний силы тока в контуре R<sub>2</sub> и амплитудой вынуждающей силы F

$$F = ( 3 * \mu_0 * R_2^2 * N_2 * a * P_m * I_0 ) / ( 2 * ( R_2^2 + a^2 )^{5/2} )$$

здесь: I<sub>0</sub> - амплитудное значение силы переменного тока в контуре радиусом R<sub>2</sub> с общим числом витков N<sub>2</sub> , a - расстояние между контурами. В этом случае исследуют:

- топографию индукции и градиента индукции стационарного магнитного поля;
- зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты при w<sub>0</sub> = 0;
- зависимость резонансной частоты от I<sub>1</sub> .

## **Изучение распределения частиц в гравитационном поле Земли**

М.Б. Шапочкин

Московский энергетический институт (ТУ)

111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14.

В лабораторной работе исследуется распределение частиц воды диаметром около 100 мкм, получаемых методом ультразвуковой кавитации. Генератор создает вертикальный столб частиц воды в колбе диаметром около 30 мм. Оптоэлектронная пара позволяет измерить прозрачность столба на различных высотах. Концентрация частиц, обратно пропорциональна прозрачности, меняется по экспоненциальному закону [1].

Реализуется три режима работы установки. В первом режиме при включении генератора определяется коэффициент диффузии частиц воды в результате измерения массового расхода воды в генераторе, высоты возникающего столба частиц, времени генерации и размеров отверстия генератора, через которое истекают частицы воды. Во втором режиме исследуется стационарная работа генератора. Измеряется экспоненциальное распределение концентрации частиц воды в столбе. Проверяется справедливость соотношения Эйнштейна между коэффициентами подвижности и диффузии. В третьем режиме, после выключения генератора частиц, измеряется распределение концентрации частиц по высоте столба в отсутствии потока частиц из генератора. Определяется эффективная температура частиц воды, полученных методом ультразвуковой кавитации.

### **Литература**

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. М., Наука, 1979, с. 561.

## Способ изучения влияния внешних факторов на поверхностное натяжение жидкости

Н.В. Шепелев, Т.Н. Кондратьева

Омский государственный технический университет

644050 г.Омск-50, пр. Мира, 11, кафедра физики, physics@omgtu.omsktelecom.ru

Многие процессы в технике определяются поверхностным натяжением. Например: образование новых фаз при литье металлов, процессов смазки трущихся деталей, покрытие эмалью или красками твердых поверхностей т.д.

В процессе подготовки тех специалистов, в работе которых будут встречаться явления поверхностного натяжения в технологических и других процессах, необходимо более глубоко рассмотреть данное явление.

В Омском техническом университете была разработана лабораторная работа для изучения взаимосвязи поверхностного натяжения с воздействием внешних факторов на среду. Хорошо известно, что приращение свободной энергии, связанной с изменением химического потенциала поверхности твердого тела будет зависеть от изменения диэлектрической проницаемости твердого тела  $\delta F \sim \delta \epsilon$ . Само же изменение диэлектрической проницаемости под действием внешних факторов определяется вектором смещения среды под действием деформации и плотностью среды.

Таким образом, для того, чтобы продемонстрировать влияние изменения плотности на поверхностную энергию твердого тела, воздействуем на данную среду (твердое тело) ультразвуком.

Нами был предложен способ для демонстрации и проведения лабораторных работ "Способ определения изменения коэффициента поверхностного натяжения на границе раздела «твердое тело-жидкость»", на который был получен патент.

Устройство содержит двух полуволновой ( $\lambda=1$ ) волноводный тракт, который помещают в ультразвуковой вибратор. При возбуждении ультразвука в волноводе возникают изменения плотности. Перед началом работы волновод помещают горизонтально на оптическую скамью между экраном и осветителем. На волноводе размещают каплю жидкости. При включении ультразвукового вибратора изменяется краевой угол  $\theta$ .

Установка может быть использована для проведения лабораторной работы и лекционной демонстрации.

## Постановка лабораторной работы по определению $C_p/C_v$ методом Клемана-Дезорма для фронтального выполнения

В.М. Овсянов, Т.Н. Новгородова, В.М. Солодовников

Курганский военный институт ФПС России, [uszn@cefey.kurgan.ru](mailto:uszn@cefey.kurgan.ru)

Предлагается доступный для всех вариант лабораторной установки, а также более углубленное, чем обычно, теоретическое содержание работы.

Емкостью для воздуха является бытовая стеклянная банка объемом 0,75 или 1,0 литр. Банка закрывается металлической крышкой с винтовым зажимом, используемой при домашнем консервировании. В крышке закрепляются клапаны для впуска и выпуска воздуха и патрубков для соединения банки с манометром. В качестве клапанов используются штуцеры от автомобильных камер (такие штуцеры можно получить в любой шиномонтажной мастерской). В качестве впускного клапана можно использовать также штуцер от велосипедной камеры. В обоих случаях для накачивания воздуха используется обычный велосипедный насос. Можно использовать также нагнетатель воздуха от прибора для измерения артериального давления. Для закрепления штуцеров на крышке на их нижней части надо нарезать резьбу, предварительно освободив от резины. Патрубок представляет собой либо штуцер без золотника, либо пустотелую клемму. Все соединения перед сборкой и после сборки промазываются автомобильным герметиком.

Так как выпускной клапан получается быстродействующим, то расчет показателя адиабаты удобнее проводить по формуле:  $\gamma = (h_1 - h_2)/(h_1 - h_3)$ . Здесь  $h_1$ ,  $h_2$  и  $h_3$  - есть высота столба жидкости в манометре, отсчитанная от положения равновесия. Отсчет проводится по подвижной шкале, изготовленной из обычной линейки.

В работе предлагается также рассчитать КПД исследуемого цикла по формуле:

$\eta = 1 - \frac{i(\gamma - 1)(1 - T/T_0)}{2 \ln(T_0/T)}$ , где  $T_0$  и  $T$  - есть, соответственно, комнатная температура и температура воздуха в сосуде сразу после расширения. Температура  $T$  определяется по

формуле:  $T = T_0 \frac{P_0 + 0,147h_2}{P_0 + 0,147h_3}$  ( $P_0$  - в мм рт.ст.,  $h$  - в мм).

## Изучение адиабатического расширения воздуха в переменных $p$ - $T$

И.Н. Фетисов

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Москва 107005, 2-я Бауманская ул., 5

Характерная черта адиабатического процесса - изменение температуры газа при изменении объема. Однако в известных лабораторных работах температуру газа не измеряют и ограничиваются определением отношения  $\gamma = C_p / C_v$  либо методом Клемана и Дезорма, либо из скорости звука в воздухе. Кроме того, в этих работах не проверяют само уравнение Пуассона. Нами разработана учебная установка, в которой эти недостатки устранены: в работе измеряют температуру, проверяют уравнение Пуассона  $T^\gamma p^{1-\gamma} = \text{const}$  и находят значение  $\gamma$ .

Установка включает в себя сосуд объемом всего 5 л, манометр и малоинерционный термометр для измерения давления и температуры воздуха в сосуде. Выполняют следующие измерения. В сосуд накачивают воздух, при этом он нагревается, что непосредственно измеряют термометром. Когда воздух охладится до комнатной температуры  $T_1$ , измеряют давление  $p_1$  в сосуде. Затем открывают кран и быстро выпускают воздух, при этом давление уменьшается до атмосферного давления  $p_2$ , а воздух охлаждается до температуры  $T_2$ . Процесс близок к адиабатическому в течение очень короткого времени после расширения, так как воздух быстро нагревается стенками. Опыт будет успешным в случае применения малоинерционного термометра в отсутствие его нагрева излучением стенок. Мы применяем полупроводниковый термометр сопротивления с цифровым отсчетом и с постоянной времени всего  $\sim 0.1$  с. Стенки сосуда покрыты внутри слоем полиуретана и металлизированной пленкой для уменьшения теплоотдачи. После расширения воздуха сопротивление термометра быстро достигает максимального значения  $R_{max}$  и начинает уменьшаться. Зная  $R_{max}$ , с помощью градуировочной зависимости находят значение  $T_2$ , которое принимают за температуру воздуха сразу после расширения. Опыт повторяют при различных давлениях  $p_1$  (до максимального значения 1.5 атм), и по результатам измерений строят графическую зависимость  $\lg(T_1/T_2)$  от  $\lg(p_1/p_2)$ , которая изображается двумя прямыми с разным наклоном и изломом при  $p_1 = 1.26$  атм и  $T_2 = 278$  К. Эта зависимость до излома согласуется с уравнением Пуассона для сухого воздуха; из нее получено  $\gamma = 1.37$ ,

которое мало отличается от теоретического значения 1.4 для двухатомных молекул. После излома эта зависимость описывает процесс, который протекает с конденсацией паров воды. При этом выделяется теплота конденсации и поэтому температура  $T_2$  - выше, чем была бы в сухом воздухе. Температура  $T_2 = 278$  К, при которой происходит излом графика, есть точка росы.

Данная работа способствует более глубокому изучению адиабатического процесса, знакомит с особенностями измерения температуры газа, отличающейся от температуры стенок, а также с малоинерционным термометром.

## **О возможности определения зависимости показателя политропы от времени при медленном выпуске сжатого газа по временным зависимостям давления и температуры в приборе**

Т.П. Смирнова, Л.А. Евдокимова

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

[ela@novsu.ac.ru](mailto:ela@novsu.ac.ru)

Традиционно методом выпуска из прибора части сжатого газа определяется отношение молярных (удельных) теплоёмкостей  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  воздуха в изобарическом и изохорическом процессах. При этом используется адиабатно-изобарно-изохорная модель процесса изменения состояния газа в приборе. Однако многократное проведение эксперимента даёт значение  $\gamma_{\text{эксн}} = 1,38 \pm 0,01$ , что несколько меньше теоретического  $\gamma_{\text{теор}} = 1,40$  для двухатомного идеального газа при комнатной температуре [1]. Анализ полученных результатов приводит к выводу о том, что процесс теплообмена с окружающей средой является непременным условием проведения эксперимента. Это побуждает заменить в модели изменения состояния газа адиабатный процесс политропическим с усреднённым значением показателя политропы  $n$ .

В общем случае при малых начальных объёмных скоростях изменение состояния газа при его выпуске может быть представлено большим числом малых квазистатических политропических процессов с уменьшающимся значением показателя политропы  $n$  от  $n_1 = \gamma$  до  $n_2 = 0$ . В режиме медленного выпуска газа появляется реальная возможность



измерения зависимостей от времени  $t$  температуры воздуха и давления в приборе  $T(t)$  и  $p(t)$ . Это позволяет определить для двух близких состояний газа значения макропараметров  $p_i; T_i$  и  $p_{i+1}; T_{i+1}$ . Из уравнения  $p_i^{1-n} T_i^n = p_{i+1}^{1-n} T_{i+1}^n$  можно найти показатель политропы  $n$  и далее его зависимость от времени при медленном выпуске сжатого газа в атмосферу.

### Литература

1. Смирнова Т.П. Евдокимова Л.А. К вопросу об определении отношения теплоёмкостей воздуха методом выпуска из прибора части сжатого газа // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Вып.16. – М.: ИОСО РАО, 2002. – С.55-57.

## Комплексная лабораторная работа “Исследование нелинейных диэлектрических свойств сегнетоэлектриков”

В.В. Ефимов, А.В. Волгин

Ульяновский государственный технический университет

432027 г. Ульяновск, Северный Венец, 32. E-mail: [evv@ulstu.ru](mailto:evv@ulstu.ru)

В условиях сокращения во многих вузах количества аудиторных занятий по общей физике подробное изучение свойств нелинейных диэлектриков, широко используемых в науке и технике, в рабочей программе курса физики зачастую не предусматривается, что делает саму программу далеко не полной. Эту проблему частично решает использование оборудования, позволяющего при минимальных затратах времени в лабораторном практикуме провести комплексное изучение свойств данных кристаллов.

В настоящем докладе обсуждаются возможности созданной авторами лабораторной работы по комплексному исследованию нелинейных диэлектрических свойств сегнетоэлектриков. В работе применяется метод Сойера-Тауера, дающий возможность прямого наблюдения на экране осциллографа зависимости поляризованности  $P$  кристалла от приложенного к нему электрического поля  $E$  [1]. Параллельно с этим элементы экспериментальной установки позволяют студенту-экспериментатору проводить изменение и контроль температуры сегнетоэлектрика, а также емкости вариконда, “начинку” которого составляет исследуемый образец. Таким образом, используя данную установку, студент способен решать следующие задачи: 1) осциллографическое наблюдение петли

диэлектрического гистерезиса и определение ее параметров при различных температурах сегнетоэлектрика; 2) определение тангенса угла потерь переполяризации; 3) изучение полевой зависимости дифференциальной диэлектрической проницаемости кристалла; 4) исследование температурной зависимости спонтанной поляризованности сегнетоэлектрика и коэрцитивного поля; 5) определение температуры Кюри кристалла и типа происходящего сегнетоэлектрического фазового перехода; 6) экспериментальное подтверждение закона Кюри-Вейсса и определение типа сегнетоэлектрика.

Градность задач по уровню и наличие элементов научного исследования при выполнении их позволяют использовать представленную лабораторную работу как в лабораторном практикуме по курсу общей физики, так и в различного рода спецпрактикумах.

### Литература

1. Рудяк В.М. Процессы переключения в нелинейных кристаллах. - М.: Наука, 1986. - 248 с.

## Исследование процессов релаксации в физическом практикуме

В.А. Елисеев, Т.Л. Тураева

Воронежский государственный технический университет

E-mail : [eliseev@ns1.vstu.ac.ru](mailto:eliseev@ns1.vstu.ac.ru)

В курсе физики технического вуза изучаются многие релаксационные процессы перехода системы из одного состояния равновесия в другое: движение тела в вязкой среде, затухающие колебания, диффузия, теплопроводность, процессы в электрических цепях с индуктивностью и конденсатором, радиоактивность и т.д. Многообразие явлений, имеющих общие закономерности и входящих в рабочую программу по курсу физики для студентов всех специальностей, сделало актуальным создание измерительного обучающего автоматизированного комплекса с применением персонального компьютера для изучения ряда явлений из разделов механики, молекулярной физики, электромагнетизма.

Во всех этих случаях скорость изменения со временем некоторой физической величины прямо пропорциональна значению этой величины в данный момент времени, поэтому математическое описание этих процессов содержит одинаковые дифференциальные уравнения, что позволяет изучать законы этих явлений на каком-либо одном примере. Поскольку из всех величин, изменяющихся по экспоненциальному закону, наиболее доступными в плане лабораторного измерения являются электрические параметры, то в основу математической модели релаксации положен процесс зарядки и разрядки

конденсатора. Использование такой аналогии позволяет с помощью простейшей электрической схемы изучать закономерности и определять характеристики процессов диффузии, теплопроводности, радиоактивного распада веществ и т.д.

Измерение и расчет параметров релаксации производятся на учебно-исследовательском лабораторном стенде [1], включающем полное математическое описание всех примеров релаксационных явлений. Управляющая программа написана с привлечением средств DELPHI для обеспечения удобного интерфейса. Программное обеспечение комплекса позволяет просматривать теоретическую информацию по любому вопросу, вести активную работу с графическим материалом, задавать в диалоговом режиме параметры работы комплекса, обрабатывать результаты измерений. В экспериментальной части каждый студент работает с электронными датчиками, аналого-цифровыми преобразователями, знакомится со средствами и методами современного физического эксперимента. В настоящей работе поставлена задача не только познакомиться с процессами релаксации и расчетом экспоненциальной кривой, но и на конкретном примере релаксационного процесса заряда конденсатора от источника постоянного напряжения через известный резистор научиться измерять параметры системы. В процессе измерения студент должен измерить емкость двух конденсаторов, которые выбираются с помощью генератора случайных чисел. Кроме того, он должен экспериментально и теоретически проверить общую емкость при параллельном и последовательном их соединении.

Исследуемый конденсатор подключается к источнику постоянного напряжения и с помощью устройства типа НВЛ-31, встроенного в состав ЭВМ, в автоматическом режиме снимается зависимость напряжения на обкладках конденсатора от времени. При выполнении каждого задания студент может получить конкретизированную многоуровневую помощь. Работа ведется в дружественном диалоге с использованием многооконного интерфейса. Самостоятельная работа студентов в таком стиле не только снимает затруднения в восприятии нового материала, но и способствует анализу различных проблемных ситуаций и формированию самостоятельных выводов и обобщений, увеличивая мотивацию познавательной деятельности при изучении физических явлений. Работа заканчивается контрольными заданиями. При исследовании процессов заряда и разряда конденсатора мы предлагаем семь контрольных заданий, объединенных в четыре основные группы: построение графика релаксационного явления; определения по графику постоянной времени в показателе экспоненты, емкости конденсатора и сопротивления резистора; определение периода колебаний релаксационного генератора, емкости конденсатора и приращения сопротивления при заданном изменении частоты генератора. Такой подход поддерживает стратегию усиления фундаментального естественнонаучного образования и формирует навыки для научно-исследовательской работы.

Разработанный комплекс внедрен в учебный процесс на кафедре физики Воронежского государственного технического университета и используется для обучения студентов всех технических специальностей. В компьютерном лабораторном практикуме все студенты работают действительно самостоятельно и выполняют полный объем работы. Индивидуальные задания для каждого студента сочетаются с едиными для всех требованиями и формируют необходимый уровень усвоения учебного материала.

#### Литература

1. Иевлев В.М., Елисеев В.А., Долгачев А.А. . Комплексное компьютерное сопровождение изучения основ теории энергетических зон в курсе физики. // Физическое образование в вузах. 2001, Т.7, №4, С. 120-127

## К методике экспериментального изучения индукционного электрического поля в курсе физики

Ю.К. Кабасов

Трехгорный политехнический институт МИФИ (ТУ)

456080, Челябинская область, г. Трехгорный, ул.Мира, 17.

[kabasov@tpi.ac.ru](mailto:kabasov@tpi.ac.ru)

На кафедре физики ТПИ МИФИ (ТУ) представлен лабораторный комплекс «Электромагнитное поле» НТЦ «Владис». Студенты и школьники выполняют на нем, в частности, работу по изучению вихревого электрического поля и скин-эффекта. Экспериментальная установка состоит из двух соосных «коротких» соленоидов, образующих при их последовательном соединении длинный соленоид, и к нему от генератора сигналов подается переменное напряжение. В пространстве между короткими соленоидами располагается плоский датчик для определения напряженности электрического поля в разных точках по поперечному сечению соленоида (внутри и вне соленоида). Студенты предварительно знакомятся с явлением электромагнитной индукции Фарадея. При этом они изучают соответствующие уравнения Максвелла. Далее студенты экспериментально исследуют зависимость напряженности электрического поля от расстояния точки наблюдения до осевой линии соленоида при разных частотах и формах тока в соленоиде. Делают соответствующие выводы о корреляции результатов измерений и теоретических предсказаний.

В ходе выполнения данной работы студент должен повторить понятия векторного анализа и усвоить методику измерения напряженности вихревого электрического поля. Он приобретает навыки и умения пользоваться электронным осциллографом, мультиметром,

генератором сигналов и проводит обработку результатов измерений, в частности, методом наименьших квадратов. В докладе приводятся опытные данные и результаты их обработки, выполненные студентами и учащимися школ, обсуждается методика эксперимента на данном лабораторном оборудовании. Мы считаем, в частности, очень важным то, что данная установка позволяет определять распределение напряженности электрического поля по сечению соленоида.

## **Электронный секундомер универсального назначения**

В.М. Овсянов, Ю.И. Рудаков

Курганский военный институт ФПС РФ, [uszn@cefey.kurgan.ru](mailto:uszn@cefey.kurgan.ru)

На кафедре физики Курганского военного института разработана и апробирована не очень сложная схема электронного секундомера универсального назначения. Секундомер предназначен для использования в условиях учебной лаборатории в различных работах физического практикума. Отличие секундомера от аналогичных заключается, прежде всего, в наличии четырех режимов запуска и остановки счета. Это стандартный режим – запуск и остановка осуществляются с помощью соответствующих кнопок. Два полуавтоматических режима – запуск или остановка осуществляются вручную, а остановка или запуск – автоматически. Автоматический режим – и запуск и остановка осуществляются автоматически. Автоматические запуск и остановка обеспечиваются использованием специальных датчиков, состоящих из инфракрасного светодиода и соответствующего фотодиода.

В секундомере имеется также режим измерения времени колебаний маятника любого типа. Работа секундомера в этом режиме начинается с задания с помощью соответствующих переключателей необходимого числа полупериодов колебаний (1 – 99). В момент первого прохождения маятником датчика секундомер автоматически запускается, а по прохождении последнего полупериода – автоматически выключается.

В блоке питания секундомера предусмотрено напряжение 10 вольт для питания электромагнита, используемого в работе по определению ускорения свободного падения, в работах с маятником Обербека, с машиной Атвуда и др.

В основу работы секундомера положен подсчет тактовых импульсов с периодом следования 0,01 с. Источником тактовых импульсов является переменное напряжение городской сети 50 Гц. Вследствие этого точность отсчета определяется стабильностью

частоты сети. Для учебных целей этого вполне достаточно. Электронная схема секундомера разработана на основе микросхем серии 155. Схема не требует большой настройки. Проверяются только величина напряжения питания и частота сформированных прямоугольных импульсов. Залогом надежной работы являются правильная сборка и использование исправных деталей.

Все секундомеры, изготовленные на кафедре, в течение почти трех лет работают стабильно, без замечаний.

## **Интегральный операционный усилитель - объект изучения и базовое измерительное средство в современной физической лаборатории**

В.З. Драпкин, М.Н. Князев, Н.Н. Кузьмина, А.И. Мамыкин, А.В. Павлык,  
А.С. Сердюк

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"  
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5. E-mail: head@physics.etu.spb.ru

Важную роль в лабораторном практикуме по физике играет ознакомление обучающихся с методическими аспектами измерения различных физических величин. С этой точки зрения представляют интерес интегральные операционные усилители (ОУ), имеющие высокие метрологические характеристики. Наиболее ценным свойством ОУ является возможность создания схем для операций над аналоговыми сигналами постоянного тока, что часто встречается в физической лаборатории.

Привлекательной особенностью ОУ является возможность повышения точности и надежности измерений при упрощении их процедуры и методики. В подавляющем большинстве случаев в учебных работах ОУ можно рассматривать как идеальный, благодаря чему знакомство учащегося со свойствами ОУ становится необычайно простым. Синтез измерительной схемы также не вызывает затруднений для учащихся и часто превращается в занимательную игру. В докладе рассмотрены применения ОУ, реализованные в учебном лабораторном практикуме на кафедре физики СПб ГЭТУ.

В работе по измерению магнитного поля Земли ОУ интегрирует ток, возникающий в рамке при ее переориентации в поле Земли, благодаря чему измеряется магнитный поток через рамку. Подобный прием используется в работе по снятию основной кривой намагничивания ферромагнетика. К измерению заряда на конденсаторе сводится большое

число работ, где часто используется простой прием, когда измеряемый заряд переносится на конденсатор относительно большой емкости, и далее измеряется с помощью ОУ. Получение калиброванных коэффициентов усиления с помощью ОУ позволяет в одной схеме измерять сильно различающиеся напряжения и токи. Снятие вольтамперных характеристик несимметричных структур или устройств (например, p-n переход) сводится к подключению их в цепь обратной связи ОУ и измерению выходного напряжения ОУ при изменении его входного тока.

Авторы видят возможность применения ОУ для простых измерений также в практикуме школ, техникумов и колледжей.

## **Лабораторно-демонстрационная установка по волновой оптике**

Т.Д. Колесникова, Т.В. Шеламова

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики

(технический университет), 197101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, 14

e-mail: shelamova@mail.ifmo.ru

Изучение явлений волновой и геометрической оптики в курсе «Общей физики» является одной из основных задач. Проведение лабораторного, в т.ч. демонстрационного, эксперимента представляет определенные трудности, связанные со сложностью и длительностью настройки традиционных оптических установок, получения оптических картин большого размера и хорошего качества.

Для реализации указанной задачи была создана комплексная установка для проведения лекционных демонстраций, а также лабораторных работ по интерференции и дифракции света. Основным элементом установки является фотошаблон, основой которого является стеклянная подложка с плотным зеркальным непрозрачным покрытием и прозрачными структурами, нанесенными на ней. Структуры представляют собой объекты различной геометрической формы и размеров (щели, двойные щели, N-щелей, круглые отверстия, одномерные и двумерные дифракционные решетки, нерегулярная структура, темные диски).

Демонстрационная установка включает в себя гелий-неоновый лазер, экран и необходимые для ряда экспериментов дополнительные линзы и щели. Фотолитографическая технология изготовления шаблона обеспечивает необходимые контрастность и точность

структур, их бинарный характер и повышенную стойкость покрытия. С помощью фотошаблона можно не только наблюдать дифракцию на вышеупомянутых геометрических структурах, но и изучать математические зависимости параметров получаемых интерференционных и дифракционных картин от размеров геометрических объектов.

Демонстрационная установка имеет простую конструкцию, малые габариты, легко настраивается (не более 1 мин.), многофункциональна. С помощью данной установки возможно проведение 15 лекционных демонстраций и 9 лабораторных работ. Около 10 лет установка успешно используется в нашем вузе, в МГУ и ряде других университетов, откуда получены положительные отзывы.

## **Изучение эффектов когерентности света в демонстрационных и лабораторных экспериментах**

В.П. Рябухо, О.А. Перепелицына, М.И. Лобачев, Д.А. Лякин

Саратовский государственный университет,  
Институт проблем точной механики и управления РАН  
410026, Саратов, Московская, 155; E-mail: rvp@sgu.ru; rvp@optics.sgu.ru

Раздел «Когерентность света» относится к наиболее сложным и важным в современном курсе физической оптики. Подкрепление теоретического курса лекционными демонстрациями и лабораторными экспериментами, связанными с наглядными проявлениями когерентности света в тех или иных оптических эффектах, является актуальной методической задачей. В настоящем сообщении обсуждается постановка лекционных демонстраций и лабораторных работ по изучению эффектов проявления когерентности света тепловых протяженных источников в явлении интерференции света с использованием классических схем Майкельсона и Юнга.

Интерферометр Майкельсона позволяет обнаружить проявление не только временной, но и пространственной когерентности. Обсуждается лабораторная работа по изучению эффекта локализации интерференционных полос в интерферометре Майкельсона. Рассматривается конструкция простого в эксплуатации интерферометра Майкельсона, позволяющего в лекционной аудитории демонстрировать явление интерференции в белом свете с использованием бытовой галогеновой лампы. Сканирующий интерферометр Майкельсона позволяет наблюдать на экране осциллографа интерференционный сигнал с огибающей – временной когерентностью света, производить цифровую обработку интерферограммы и



демонстрировать принципы Фурье-спектроскопии. В методически наглядном опыте Юнга предлагается использование специального экрана с множеством пар идентичных дифракционных элементов, увеличивающего в  $\sim 10^5$  раз интенсивность света в наблюдаемой интерференционной картине. Обсуждаются схемные решения для лекционного демонстрационного и лабораторного экспериментов. Рассматривается постановка лабораторной работы по изучению влияния степени пространственной когерентности на контраст наблюдаемых полос Юнга.

Учебные и научно-методические материалы кафедры оптики СГУ можно видеть на сайте <http://optics.sgu.ru/info/index.html>.

## **Простой способ изменения эффективных параметров дифракционных приборов в лабораторном практикуме по оптике**

А.М. Погорельский, В.В. Христофоров

Новосибирский государственный технический университет

кафедра общей физики. 630092, г. Новосибирск, пр. К.Маркса,20, [kof@ref.nstu.ru](mailto:kof@ref.nstu.ru)

Лабораторные работы по интерференции и дифракции занимают основное место в практикуме по волновой оптике курса общей физики. Обычно при выполнении работ реализуется случай только перпендикулярного падения света на исследуемый объект. При этом теряется, как нам представляется, важная информация о фазовых соотношениях между интерферирующими лучами. В лучшем случае в опытах изменяется только один параметр – ширина дифракционной щели. Наклонное падение электромагнитных волн на дифракционную решетку, как известно, приводит к уменьшению эффективного значения постоянной периодической структуры [1]. Этот эффект широко используется в практических исследованиях, например, в рентгеноструктурном анализе [2]. Представляется важным познакомить с ним студентов технических специальностей в рамках лабораторного практикума по оптике курса общей физики. Нами разработаны и апробированы модульные учебные комплексы по волновой оптике, в которых все дифракционные объекты (щель, две щели, четыре щели, одномерная и двумерная решетки) выполнены так, что студент имеет возможность повернуть их, установив под любым известным углом к пучку падающего света. Это позволяет учащемуся реализовать в учебном эксперименте как

случай синфазных, так и несинфазных колебаний в плоскости дифракционного прибора, увидеть и понять, как перераспределяется интенсивность интерферирующих волн в этом случае. Наблюдаемый эффект существенного изменения местоположения дифракционных максимумов и минимумов на экране наблюдения вызывает живой интерес учащихся, и, значит, способствует лучшему усвоению сложных законов волновой оптики.

### Литература

1. Р.Дитчберн. Физическая оптика. – М.: Наука. 1965.
2. Н.М. Годжаев. Оптика. – М.: Наука: Высшая школа, 1977.

## Исследование спектральной характеристики фоторезистора

И.Н. Фетисов

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Москва 107005, 2-я Бауманская ул., 5

В лабораторной работе по изучению фотопроводимости полупроводников исследуют относительные спектральные характеристики чувствительности фоторезисторов (ФР)  $S(\lambda) = I_{\phi} / \Delta\Phi(\lambda)$ , где  $I_{\phi}$  - фототок ФР,  $\Delta\Phi(\lambda)$  - мощность излучения, падающего на ФР, в узком спектральном интервале около длины волны  $\lambda$ . Из зависимости  $S(\lambda)$  находят характеристики полупроводника - красную границу фотоэффекта и ширину запрещенной зоны полупроводника. В отличие от известных работ, например [1], настоящая работа имеет два новых элемента: 1) значения  $\Delta\Phi(\lambda)$  студенты находят экспериментально и 2) предлагается простая методика градуировки монохроматора УМ-2 в видимой и ИК-областях спектра. Для нахождения  $\Delta\Phi(\lambda)$  мы используем фотодиод ФД-9К в качестве приемника света с известной спектральной характеристикой  $S_{\phi d}(\lambda)$  [2]. Фотодиод и исследуемый ФР располагают за выходной щелью монохроматора, которая выделяет узкую спектральную полосу. Входную щель монохроматора освещают лампой накаливания и на разных длинах волн измеряют фототоки фоторезистора,  $I_{\phi}$ , и фотодиода,  $I_{\phi d}$ . Отсюда находят  $\Delta\Phi(\lambda) = I_{\phi d} / S_{\phi d}(\lambda)$  и  $S(\lambda) = I_{\phi} / \Delta\Phi(\lambda) = S_{\phi d}(\lambda) (I_{\phi} / I_{\phi d})$  в относительных единицах. Спектральную характеристику ФР исследуют в видимой и ближней ИК-областях спектра. Монохроматор УМ-2 градуируют в видимой области с помощью ртутной лампы. Мы установили, что величина  $1/\lambda^2$  и показания барабана длин волн (в градусах) связаны линейной зависимостью, что позволяет получить градуировочную зависимость в видимой области всего по нескольким спектральным линиям. Линейная экстраполяция этой зависимости продлевает градуировку в ИК-область. В докладе приводятся результаты измерений.

1. Игошин Ф.Ф., Самарский Ю.А., Ципенюк Ю.М. Лабораторный практикум по общей физике. Том 3. Квантовая физика. - М.: Изд-во МФТИ, 1998. - 400 с.

## К эксперименту по фазовому обращению световой волны

Ю.А. Гороховатский, И.И. Худякова

Санкт-Петербург, Россия, РГПУ им. А. И. Герцена

191186, Санкт-Петербург, наб. Мойки, 48

yurig@icei.spb.ru, khoud@mail.ru

Наиболее интересным и одновременно наиболее сложным вопросом в волновой теории является понятие фазы волны. В курсе оптики, на наш взгляд, этому вопросу следует уделять больше внимания. Например, при изложении теории дифракции света на щели полезно обратить внимание на эффект фазового обращения световых колебаний при переходе через минимум в дифракционной картине Фраунгофера [1]. Предложить студентам исследовать влияние фазового обращения на интерференционную картину, возникающую при наложении линейно поляризованных световых волн [2]. Продемонстрировать эффект обращения фазы волнового фронта светового пучка при прохождении через свой фокус [3]. Для ознакомления студентов с последним эффектом, обращением фазы светового пучка при изменении знака кривизны его фронта волны, в настоящей статье предлагается простой лабораторный эксперимент. В отличие от демонстрационного эксперимента [3], в предлагаемом эксперименте используется узкий пучок лазерного излучения, который под небольшим углом направляется на двояковыпуклую линзу. При совмещении световых пятен, образуемых лучами, отраженными от первой и второй поверхностей линзы на экране появляется интерференционная картина, имеющая вид колец с темным или светлым пятном в центре картины. Для проецирования на экран интерференционной картины до и после точки схождения лучей используется вторая собирающая линза. Указанный выше эксперимент позволяет углубить представления студентов о свойствах волн, дифракционных и интерференционных картинах и методах их получения.

### Литература

1. *R. De. Kaiser and B.R. Russel.* Демонстрация фазового обращения дифракции Фраунгофера. *Amer. J. of Phys.*, **48** (8), 674, (1980).
2. *А.Н.Питиримов, И.И.Худякова.* Несколько физических опытов по поляризации света. Сб. научных трудов «Проблемы учебного физического эксперимента», вып.6, с.64-65. Глазов. Санкт-Петербург. (1998).
3. *В.А.Островский.* Демонстрация изменения фазы световой волны при прохождении фокуса оптической системы. *Изв. Вузов. Физика*, **7**, с.98-100, (1986).

## **Изучение взаимодействия излучения с веществом в лабораторном физическом практикуме**

А.А. Клименков, А.Ю. Бункин, Е.А. Борисова

Уральский государственный технический университет

620002, Екатеринбург, Мира 19, povz@kf.ustu.ru.

Современный курс физики включает в себя раздел, связанный с взаимодействием альфа, бета и гамма - излучения с веществом. Актуальность изучения этого раздела связана с тем, что современному инженеру необходимо иметь представление об ионизирующих излучениях и их взаимодействии с веществом, особенно о биологическом действии излучения, а также о возможности защиты от его вредного воздействия на человека.

На кафедре физики УГТУ-УПИ имеется цикл лабораторных работ по этому разделу: «Исследование альфа - распада радиоактивного изотопа плутония», «Изучение статистических закономерностей альфа - распада», «Измерение коэффициента поглощения гамма – излучения», «Изучение ослабления гамма - излучения веществом», «Элементы дозиметрии ионизирующих излучений».

В работе по исследованию альфа - распада изучается процесс ослабления потока альфа – частиц, движущихся в воздухе, за счет ионизации и возбуждения молекул. По кривой поглощения альфа – частиц определяется длина их пробега, т.е. расстояние, проходимое частицей до ее замедления до тепловых скоростей. На этой стадии работы студенты убеждаются в том, что альфа – частицы обладают большой ионизирующей способностью, но малой проникающей способностью. В дальнейшем по величине пробега частиц определяется энергия частиц и оценивается время жизни изотопа плутония, используемого в данной работе.

Лабораторная установка по изучению альфа – распада позволяет исследовать и статистические закономерности распада. Характер процессов, протекающих в микромире, является вероятностным (статистическим). Радиоактивный распад ядер происходит в случайные моменты времени, поэтому число распадов за единицу времени изменяется от опыта к опыту (флуктуирует). В лабораторной работе студенты оценивают параметры функции распределения случайной величины (числа импульсов детектора, регистрирующего частицы).

После построения гистограммы студенты могут сделать вывод о том, что процесс альфа –

распада можно описать случайной величиной, распределенной по закону Пуассона.

Работы по исследованию взаимодействия гамма – излучения с веществом позволяют изучать процесс ослабления излучения экранами из свинца, железа, алюминия. По экспериментальным данным строится график зависимости логарифма интенсивности прошедшего сквозь экран излучения от толщины экрана. По графикам определяются коэффициенты ослабления излучения для разных материалов, и студенты делают выводы об эффективности материалов в качестве защиты от излучения.

Работа по дозиметрии ионизирующих излучений знакомит студентов с основными понятиями дозиметрии, методами регистрации излучений, оценкой доз облучения и интенсивности источников. На основе экспериментальных данных по измерению мощности экспозиционной дозы гамма – источника на различном расстоянии между источником и детектором студенты рассчитывают экспозиционную, поглощенную и эквивалентную дозы за определенное время.

Важно отметить, что все лабораторные работы конструктивно выполнены в виде очень компактных установок, полностью исключающих возможность вредного влияния излучения на работающих.

## **Изучение дифракции света с помощью дифракционных решеток с большой разрешающей силой**

Ю.Г. Карпов

Уральский государственный технический университет - УПИ. г. Екатеринбург

Изучение явления дифракции световых волн является неотъемлемой частью в программе физического практикума в вузах. Наибольшее распространение в лабораториях по физическому практикуму получили установки, в которых исследуется явление дифракции света с помощью оптических дифракционных решеток. На таких установках, как правило, исследование дифракционной картины сводится к измерению длины волны света. В этом случае четкость дифракционной картины, а, следовательно, и точность измерения длины световой волны, в первую очередь зависит от разрешающей силы решетки. Кроме того, качество измерений зависит и от точности измерения углов дифракции, а это определяется типом используемого гониометра. Использование дифракционных решеток с повышенной

разрешающей силой позволяет добиться разрешения близко расположенных линий в спектрах излучения, а измерение углов дифракции с высокой точностью - определять длину световой волны с очень малой погрешностью.

В физическом практикуме по оптике на кафедре физики УГТУ-УПИ при изучении явления дифракции света, используется оптическое оборудование с предельно высокими характеристиками: оптические дифракционные решетки, имеющие постоянную  $d=833,3$  нм, что лишь на 10% превышает длину волны красного света и спектрогониометры Г-5, позволяющие измерять углы дифракции с точностью до 1 угловой секунды. В качестве источника света используется ртутная лампа, спектр излучения которой наряду с синей и зеленой линиями содержит дублет желтых линий, отличающихся по длине на 1,5 нм. Тем не менее, углы дифракции, соответствующие этим линиям дублета в дифракционной картине, получаемой при использовании упомянутой выше дифракционной решетки, отличаются друг от друга почти на 2 угловых градуса. Применение в работе спектрогониометра Г-5 позволяет измерить углы дифракции очень точно и определять длины волн в спектре излучения ртутной лампы с точностью до 0,1 нм. Относительная погрешность же измерения длины волны при этом не превышает 0,2%. Измерение угла дифракции на гониометре Г-5 представляет собой определенный процесс, состоящий из последовательности действий с градусной минутной и секундной шкалами этого прибора. Проведение измерений на профессиональном оптическом оборудовании формирует у студентов навык практической работы на оборудовании, используемом в реальных производственных и технологических процессах.

Использование такого оборудования позволяет при изучении света кроме обычной задачи по измерения длины световой волны определять характеристики дифракционной решетки, такие как разрешающую силу решетки, ее линейное разрешение и угловую дисперсию. Определение студентом этих характеристик у реальной решетки по результатам исследования высококачественной дифракционной картины наполняет для него конкретным содержанием значение этих характеристик для оптического прибора, что, несомненно, способствует лучшему пониманию студентом сущности явления дифракции и его механизма в дифракционной решетке.

## Полупроводниковые лазеры в учебном эксперименте

Е.Н. Воронцова, В.С. Идиатулин, А.И. Ульянов

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

### Простая дифракционная линза

Г.М. Михеев \*, Д.Г. Калюжный \*, Р.Г. Зонов \*\*

\*Институт прикладной механики УрО РАН,

426000, г. Ижевск, ул. М.Горького, 222, e-mail: mikheev@udmnet.ru,

\*\*Ижевский государственный технический университет,

426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: hypper@udm.net

Для изучения спектрального состава света широко используются различные спектрографы и монохроматоры. Обычно такие приборы состоят из входного коллиматора, камеры, выходного коллиматора и диспергирующей системы. При этом каждая из этих частей, как правило, включает в себя дорогостоящие элементы, что ограничивает широкое применение указанных приборов для демонстрации законов оптики в учебном процессе.

Целью данной работы является создание простого, недорогого и удобного в обращении устройства, позволяющего с небольшим разрешением наблюдать спектральный состав оптического излучения.

Основным элементом разработанного устройства является обычная прозрачная стеклянная (кварцевая) пластина, на которой нанесено металлическое напыление. Последнее обработано когерентным лазерным излучением таким образом, что обработанная часть поверхности пластины представляет собой полупрозрачное кольцо, состоящее из дифракционных штрихов, представляющих собой серию чередующихся концентрических окружностей. Изготовленная пластина позволяет фокусировать перпендикулярно падающий на нее широкий параллельный пучок света на оптической оси, проходящей через центр кольца. При этом лучи различной длины волны фокусируются на различном удалении от плоскости пластины. Таким образом, данное устройство представляет собой дифракционную линзу. Она может быть применена для изготовления простейшего монохроматора при использовании входной и выходной диафрагм, расположенных на оптической оси по разные стороны от нее, и коллиматорной линзы, помещенной между пластиной и входной диафрагмой. Наблюдение спектра оптического излучения осуществляется перемещением выходной диафрагмы вдоль оптической оси. Такой монохроматор обладает низкой разрешающей способностью (30-100), но этого достаточно для различения основных цветов радуги.

Таким образом, описанное устройство позволяет наблюдать спектр, хотя

и с маленьким разрешением, но достаточным для некоторых целей, таких как грубый анализ спектра или демонстрация оптических явлений в учебных целях.

## Измерение естественной радиоактивности воздуха с помощью бытового дозиметра

И.Н. Фетисов

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Москва 107005, 2-я Бауманская ул., 5

В лабораторной работе измеряют естественную радиоактивность воздуха, которая связана в основном с распадом дочерних продуктов Rn-222. Радон, образующийся при распаде радия, диффундирует из почвы и строительных материалов. При распаде радона в воздухе его дочерние продукты (Po-218 и последующие) прилипают к мелким частицам аэрозоля, которые осаждают на бумажном или специальном фильтре, прокачивая через него воздух. Твердый осадок на фильтре имеет  $\alpha$ - и  $\beta$ - активность, которые измеряют различными детекторами. В профессиональных приборах для определения содержания радона регистрируют  $\alpha$ -излучение.

В отличие от них мы измеряем  $\beta$ - излучение, что для учебной работы имеет преимущества: (1) газоразрядные  $\beta$ - счетчики значительно дешевле, надежнее и удобнее в работе, чем  $\alpha$ - детекторы ; (2) пробег  $\beta$ - частиц во много раз превышает пробег  $\alpha$ - частиц, поэтому можно применять эффективные фильтры большой площади из толстых, недорогих материалов, что позволяет выполнить работу при малой радиоактивности воздуха. Мы используем бытовой дозиметр «АНРИ - 01 - 02. СОСНА» с двумя цилиндрическими счетчиками Гейгера СБМ-20 и пересчетным устройством.

После измерения фонового излучения фильтра через него прокачивают пылесосом воздух (10 мин) и измеряют его активность в течение одного часа, считывая показания дозиметра с интервалом в несколько минут. Из результатов измерений после исключения фона получают среднюю скорость счета  $n(t)$  как функцию времени, отсчитываемого от конца прокачки. Зависимость  $n(t)$  , построенная на полулогарифмической бумаге, имеет два характерных участка: в течение первых 15 мин  $n(t)$  практически постоянна, а затем уменьшается с периодом полураспада примерно 30 мин. Полученные результаты объясняются в рамках известной схемы распада Rn-222: наблюдаемое убывание  $\beta$ - активности связано с двумя последовательными  $\beta$ - распадами Pb-214 и Bi-214 с периодами полураспада 26,8 мин и 19,7 мин соответственно. Измерения в различных помещениях показали, что чувствительность установки достаточна для получения статистически достоверных результатов.



## **Доклады II секции "Лекционный и лабораторный физический эксперимент в вузах"**

Рук.: Геннадий Георгиевич СПИРИН - проф. МГАИ (ТУ)

Сергей Константинович СТАФЕЕВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)

**30 мая (с 10 до 13)**

### **Физика атома на компьютере**

А.А. Бессонов, К.А. Дергобузов

Челябинский государственный университет

454136. Челябинск, Бр. Кашириных, 129, КОФ. [dka@csu.ru](mailto:dka@csu.ru) или [baa@csu.ru](mailto:baa@csu.ru)

Вашему вниманию предлагается пакет моделирующих программ для проведения практических и факультативных занятий в средней школе, для самостоятельной работы и подготовки к экзаменам. Он может быть использован и в вузовском практикуме. (Важно только не переборщить и помнить, что компьютерный эксперимент должен развивать и дополнять, а не подменять собой эксперимент реальный!) На компьютере реализованы и такие эксперименты, постановка которых трудна или вообще невозможна в учебной лаборатории.

Например, по теме «Рассеяние частиц и строение атома» моделируется опыт Резерфорда с выбором одной из моделей по результатам эксперимента. Заключение о характере движения электрона в атоме водорода делается на основе опыта по рассеянию электронов. Недоступны учебному заведению какие-либо опыты с атомным реактором. А на компьютере можно выяснить судьбу нейтрона в активной зоне реактора и произвести физический пуск реактора. Перечень примеров легко продолжить. Выполнение предлагаемых упражнений научит отображать изучаемое явление в аналитической и графической формах, связать наглядные образы с важными теоретическими моделями.

Пакет программ дает возможность индивидуализировать и активизировать процесс обучения. Программы имеют краткую теорию по изучаемым темам и могут быть снабжены методическими рекомендациями по их использованию.

**Содержание пакета программ «Физика атома»**

1. *Опыт Франка и Герца.* Опыт по измерению вольт-амперной характеристики триода, наполненного парами металла. Дискретность энергетических состояний атома. Возбуждение атома и атомные спектры.

2. *Рассеяние частиц и строение атома.* Опыт Резерфорда. Выбор одной из моделей по результатам эксперимента. Заключение о характере движения электрона в атоме водорода на основе опыта по рассеянию электронов.

3. *Излучение атомов водорода.* Линейчатый спектр излучения - следствие дискретности атомных состояний. Водородоподобные атомы. Закон сохранения энергии при возбуждении атома электронным ударом.

4. *Лазер.* Спонтанное и вынужденное излучение. Условие для усиления - инверсная заселенность уровней. Юстировка лазера для получения генерации излучения.

5. *Волновые свойства частиц.* Отражение электронов от кристалла. Угловое распределение отраженных электронов.

6. *Фотоэффект. Эффект Комптона.* Исследование вольт-амперной характеристики различных фотокатодов. Проверка закона Столетова. Задерживающий потенциал. Исследование рассеяния рентгеновских квантов на свободных электронах.

7. *Радиоактивный распад.* Изменение массы, заряда и массового числа. Случайный характер распада. Измерение активности, определение периода полураспада.

8. *Проникающая способность излучений.* Ослабление излучений различными материалами. Определение типа излучения по кривым ослабления.

9. *Атомный реактор.* Изменение массы и заряда ядра при делении тяжелых ядер. Коэффициент размножения в цепной реакции. Судьба нейтрона в активной зоне реактора. Физический пуск реактора.

10. *Движение частицы в потенциальной яме.* Дискретность энергетических уровней. Энергия уровня в зависимости от глубины и ширины ямы.

## **Компьютерный демонстрационный эксперимент по исследованию емкости плоского конденсатора**

А.М. Гутерман, Т.Д. Колесникова

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики  
(технический университет), 197101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, д. 14

Целью данной работы являлось моделирование демонстрационного эксперимента по исследованию емкости плоского конденсатора.

Преимущество компьютерной программы заключается в том, что в любой момент работы учащийся может получить компьютерную поддержку, позволяющую сосредоточиться на сути изучаемого в данный момент материала, рассмотреть большее количество примеров и решить большое количество задач. Причем компьютер не только выполняет громоздкие преобразования, разнообразные вычисления и графические построения, но и совершает математические операции любого уровня сложности, если они уже изучены ранее, а также проверяет полученные результаты на любом этапе, а не только на уровне ответа.

Целью данной работы являлось моделирование демонстрационного эксперимента по исследованию емкости плоского конденсатора.

В данном демонстрационном эксперименте учащимся предлагается пронаблюдать, как будут меняться показания электроскопа при изменении расстояния между пластинами. Также учащиеся могут изменять диэлектрическую проницаемость, устанавливая между пластинами диэлектрик.

Кроме того, учащиеся имеют возможность ознакомиться с теоретическим материалом, где приведены основные понятия и дано описание явления электроемкости. Теоретическая часть согласована по сложности и объему с учебной программой для десятого класса общеобразовательной школы. Ознакомившись с теорией и проведя эксперимент, учащиеся могут проверить свои знания, используя вопросы для самоконтроля, которые также приведены в данной компьютерной программе.

Данный программный продукт повторяет демонстрацию, которую показывают преподаватели в школе, используя оборудование демонстрационного кабинета. Преимущество компьютерного варианта заключается в том, что каждый учащийся

может самостоятельно провести эксперимент, не имея специального оборудования, используя только компьютер.

Эксперимент смоделирован таким образом, что при любых действиях обучаемый получает достоверный результат и может делать соответствующие выводы о последовательности необходимых действий. Также есть возможность получить объяснения того, что обучаемые видят на экране. Для этого необходимо нажать на кнопку и вызвать соответствующие пояснения. Теория выполнена в красочном привлекающем внимание виде с использованием рисунков и иллюстраций.

Для создания программы использовался Flash 5, который позволяет реализовать интерактивную среду и удобный интерфейс. Программа разработана с учетом размещения ее в Internet с последующим использованием для дистанционного обучения.

Системные требования: Windows 95/98/Me, Pentium, 16Mb RAM, mouse, доступ в Internet.

## **Компьютерная лекционная демонстрация «Осциллограммы и спектры звуковых сигналов»**

Н.М. Нагорский, М.В. Семенов

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

119992, ГСП-2, г. Москва, Ленинские горы, МГУ, [n\\_m\\_nag@mail.ru](mailto:n_m_nag@mail.ru)

При чтении раздела «Механика» курса общей физики в разделе «Акустика» вводится понятие спектра применительно к анализу звуковых сигналов. При этом полезно продемонстрировать спектры и осциллограммы разных звуков: человеческого голоса, гамм, исполняемых на всевозможных музыкальных инструментах, а также различных мелодий.

С этой целью была разработана демонстрационная компьютерная программа. Звуковые данные она получает подобно стандартным звукозаписывающим программам, используя звуковую карту, которая позволяет проигрывать любые звуковые файлы, а также получать сигнал с микрофона. Программа имеет встроенный интерфейс, дающий возможность проигрывать гаммы на различных музыкальных инструментах, выбираемых из списка (более 100 наименований). Во время работы программы на экран монитора одновременно выводятся осциллограмма проигрываемого сигнала и его спектр. Для удобства показа в программе предусмотрена возможность масштабирования выводимых графических данных.

Обработка звуковых сигналов производится с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ), что позволяет проводить демонстрацию в реальном времени, получая высокое спектральное разрешение (~10 Гц при работе в диапазоне от 20 до 4000 Гц). Особенностью примененного алгоритма является то, что БПФ последовательно выполняется дважды: в первый раз без использования функции оконного сглаживания, что позволяет получить максимальное (для данного метода) спектральное разрешение, но ухудшает точность определения амплитуд, а во второй раз – с использованием для сглаживания функции Гаусса, что дает высокую точность определения амплитуд. Затем результаты этих преобразований специальным образом объединяются. Такой подход позволяет получить максимальное спектральное разрешение при высокой точности определения амплитуд гармоник.

Программа работает в операционной системе Windows (версий от 95 и выше) и использует только ее стандартные функции. Это позволяет без изменений переносить программу на любой компьютер, снабженный звуковой картой.

## **Структура компьютерных лабораторных работ**

А.Н. Алексеев, Н.Н. Горлушкина

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики

(технический университет)

Повышение требований к умениям и навыкам выпускников технических вузов, усиление роли инженерного образования при одновременном сокращении аудиторного времени, быстром моральном старении оборудования, его дороговизне, с одной стороны, и возрастающие возможности компьютерных технологий с другой стороны — это факторы свидетельствующие за внедрение в процесс обучения компьютерных лабораторных работ (КЛР). При проектировании КЛР должны быть особенно тщательно продуманы методические вопросы. Предлагается следующая структура КЛР.

Этап подготовки студентов к лабораторным работам — предварительный этап, в компьютерном варианте должен содержать два блока, которые можно условно назвать “Теория” и “Методика”. Каждый из которых, подразделяется на подблоки, например, блок “Теория” - на “Теоретические положения”, “Справочник”, “Новости науки”, а блок “Методика”

— на “Описание лабораторной работы”, “Инструкции”, “Задания”. Представленные блоки и подблоки по усмотрению преподавателя могут на какой-то определенный срок быть скрыты от студента, тем самым преподаватель может управлять передвижением студента в “пространстве знаний”.

Второй этап — этап контроля готовности студентов к выполнению лабораторной работы продумывается преподавателем особенно тщательно, необходимо диагностировать готовность студента к проведению эксперимента, а не только выявить его знания теоретических положений.

Третий этап - этап проведения эксперимента, непосредственного решения экспериментальной задачи. Изображение следует оптимизировать, чтобы за подробностью и яркостью не потерялась суть объекта или явления. Это прежде всего задача методическая.

Четвертый заключительный этап — оформление результатов эксперимента и их проверка преподавателем. Компьютерный режим работы позволяет это сделать как одновременно так и отсрочено.

Предлагаемая структура была заложена при проектировании цикла КЛР по дисциплине “Сборка и юстировка оптических приборов”.

## **Компьютерная обучающая программа «Определение длины волны источника излучения по дифракционной картине на круглом отверстии»**

Е.А. Иову, Т.Д. Колесникова

СПб Государственный Институт Точной Механики и Оптики (Технический университет)

197101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, д.14. E-mail: [iovue@mail.ru](mailto:iovue@mail.ru)

В последнее время в учебном процессе стали все больше использовать информационные технологии. Так как данное направление является новым, то ощущается нехватка учебно-методических разработок, как теоретической, так и практической направленности. С целью увеличения учебно-методических пособий по соответствующему разделу волновой оптики была создана компьютерная программа по изучению дифракции Френеля. Теоретический материал созданной программы включает следующие вопросы:

«Принцип Гюйгенса-Френеля», «Приближения Френеля и Фраунгофера», «Зоны Френеля» и «Дифракция Френеля на круглом отверстии» Структурированный таким образом материал позволяет легко найти необходимые нам сведения и охватывает основные вопросы дифракции. После изучения теории студенты имеют возможность проверить свои знания, используя список вопросов.

Целью созданной лабораторной работы является определение длины волны источника излучения (лазера) по дифракционной картине на круглом отверстии. При выполнении лабораторной работы студенты могут изменять расстояние от источника света до диафрагмы с отверстием, при этом расстояние от источника света до экрана, на котором производится наблюдение, зафиксировано. При введении параметров расстояния происходит моделирование дифракционной картины.

Структура программы является фреймовой. Данная программа выполнена с использованием FLASH технологий. Для полноценного функционирования программы необходим компьютер не ниже класса Pentium 100 с операционной системой Windows 95/98 и выше, с установленным на него браузером «Internet Explorer» и проигрывателем FLASH файлов.

Данная программа предназначена для студентов технических вузов и учащихся физико-математических школ.

## **Виртуальная лабораторная работа “Дифракция Фраунгофера на щели”**

М.В. Бабушкина, Т.Д. Колесникова, Е.А. Сомова

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики

(технический университет), 197101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, 14

Современные компьютеры позволяют проводить сложные вычисления и осуществлять наглядную визуализацию результатов. Эти возможности используются для моделирования различных явлений и процессов при организации виртуальных лабораторных работ.

Целью создания лабораторной работы “Дифракция на щели” является формирование у обучаемых представления о взаимосвязи геометрических параметров центрального дифракционного максимума при изменении ширины щели, заданных посредством фиксированного набора значений. С методической точки зрения важной особенностью

данной лабораторной работы является обратная постановка исследовательской задачи: по имеющейся дифракционной картине рассчитать ширину щели.

Выполнение данной лабораторной работы возможно как в условиях локальной сети, так и дистанционно (через Internet), что, в обоих случаях, требует наличия у обучаемых Flash-плеера.

Лабораторная работа оформлена в виде отдельных HTML-страниц. Управление осуществляется со страницы-меню, что позволяет свободно осуществлять переходы от одной компоненты программы к другой или возвращаться к каким-либо из них впоследствии, что обеспечивает функциональную гибкость при изучении материала.

Расчетно-проектная часть создана на основе Flash-технологий, позволяющих поддерживать интерактивность общения с программой. Возможность программирования приближает выполнение лабораторной работы к реальным условиям, задавая допустимую погрешность вычислений. Одним из важных достоинств является интуитивно понятный (кнопочный) интерфейс и наглядность моделирующих дифракционных изображений.

## **Временная когерентность света - компьютерные эксперименты**

А.М. Толстик

Томский государственный университет

634050, г. Томск, пр. Ленина 36; e-mail: [tolstik@ido.tsu.ru](mailto:tolstik@ido.tsu.ru)

Фаза световой волны флуктуирует из-за нестрогости постоянства частоты и волнового вектора. Интерференционная картина получается при наложении множества картин от волн разных частот и в результате она искажается. Её искажение возрастает с увеличением разности хода  $\Delta$ , а при больших  $\Delta$  интерференционная картина вообще исчезает.

В данной работе метод моделирования цвета [1,2] применён для создания компьютерных экспериментов, посвящённых временной когерентности. В первой работе моделируется интерферометр Майкельсона. Для немонахроматического света с увеличением  $\Delta$  видимость интерференционной картины ухудшается. Цель работы - по виду картины определить степень монохроматичности волны при разных положениях зеркала интерферометра.



В другой работе изучается интерференция в тонких плёнках. В случае монохроматического света при варьировании угла падения меняется освещённость плёнки, для белого света - её окраска. На клине образуются тёмные или светлые полосы, для белого света они цветные. В работе изучается изменение интенсивности окраски пластины при различных значениях угла падения и толщины и определяется показатель преломления  $n$ . По виду интерференционной картины на клине ещё раз определяется  $n$ , а также степень монохроматичности. В обоих компьютерных опытах проявляется уменьшение видимости полос интерференции при увеличении разности хода, а степень монохроматичности, задаваемая изначально и определяемая из "опыта", совпадают. Для белого света получаются цветные полосы, их оттенки согласуются с реально наблюдаемыми. При больших  $\Delta$  теряется чёткая окраска полос, они приобретают неопределённый "белесый" оттенок в согласии с реальным экспериментом.

### Литература

1. Селивёрстов А.В., Чурикова Ю.В., Якута А.А. / Съезд российских физиков - преподав. "Физическое образование в XXI веке". Тез. докл. - М.: МГУ. - 2000. - С. 243.
2. Толстик А.М. / Современный физический практикум. Сбор. тез. докл. VI уч.-метод. конф. стран Содружества. - М.: Изд. дом МФО. - 2000. - С. 148 - 149.

## Аппаратный комплекс на основе ПЭВМ для выполнения лабораторных работ по курсу физики

И.Н. Евдокимов, Н.Ю. Елисеев, В.Б. Нагаев

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия. 65, Ленинский проспект, Москва,

ГСП-1, 119991, E-mail: eliseev@gubkin.ru

Нами разработана новая методика и аппаратное обеспечение для выполнения лабораторных работ в физическом практикуме. В новых лабораторных работах компьютер используется в управлении экспериментом, для регистрации данных, выполнения трудоемких расчетов, а также для проверки знаний и обучения студента. При этом студент может снимать показания приборов и выполнять измерения как вручную, так и управляя процессом при помощи компьютера.

Для отработки новой методики проведения занятий создан недорогой аппаратный комплекс, состоящий из измерительной части, включающей в себя приборы и устройства необходимые для проведения лабораторной работы, и компьютера, соединенного

интерфейсом с измерительной частью, и оснащенного соответствующим программным обеспечением. Изготовленный аппаратный комплекс предназначен для выполнения лабораторной работы «Определение температуры застывания нефтепродуктов» и включает нагреватель (стандартная лабораторная печь малой мощности), мультиметр TES-2730 (с компьютерным интерфейсом RS-232 для измерения температуры) и компьютер Pentium-III/500. Апробация лабораторного комплекса в процессе проведения учебных занятий показала, что он действительно обеспечивает быстрое освоение методики лабораторной работы, хорошую воспроизводимость измерений, а также получение результатов, близких к стандартным, получаемым по гостированным методикам.

Таким образом, создан образец рабочего места студента для выполнения лабораторной работы, где студент смог бы за одно занятие выполнить полный учебный цикл, включающий допуск к работе, проведение измерений, фиксацию и программную обработку результатов, контроль теоретических знаний по выполняемой работе.

Подобные лабораторные комплексы могут рассматриваться как перспективная альтернатива работам, в настоящее время используемым в физическом практикуме. Новые комплексы помогают совершенствовать учебный процесс, создавая аппаратную среду для проведения измерений на самом современном научно-техническом уровне.

## **Применение ЭВМ в лабораторном практикуме по курсу общей физики в разделе «Волновая и квантовая оптика»**

Э.М. Ярош

Омский государственный технический университет

В.А. Федорук

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

644050 г. Омск-50, пр. Мира, 11, кафедра физики, [physics@omgtu.omsktelecom.ru](mailto:physics@omgtu.omsktelecom.ru)

Темой настоящего доклада является описание трех лабораторных работ, выполняемых на ЭВМ: «Дифракция света на щели и дифракционной решетке», «Спектральные свойства фотоэффекта и определение постоянной Планка методом задерживающего потенциала» и «Опыт Франка и Герца».

В лабораторной работе по дифракции света на экран монитора выводится диалоговое

окно, позволяющее осуществить выбор между щелью и дифракционной решеткой, задать их параметры, а также установить один из семи цветов от фиолетового до красного. Достоинством данной работы является ее динамичность, варьирование в широких пределах параметров щели и решетки с последующим одновременным отражением распределения  $I/I_0=f(x)$  для монохроматических волн и соответствующих им дифракционных картин на экране.

В лабораторной работе по фотоэффекту на экран монитора выводятся вольтамперные характеристики различных фотокатодов, по которым определяется красная граница фотоэффекта и величина задерживающего потенциала, затем вычисляется работа выхода электронов из металла фотокатода и значение постоянной Планка. Задание погрешности эксперимента и использование датчика случайных чисел максимально приближает данную работу к реальному эксперименту.

В лабораторной работе, демонстрирующей опыт Франка и Герца, на экран монитора выводятся вольтамперные характеристики паров ртути и инертных газов, по которым определяются первые потенциалы возбуждения атомов и длины волн резонансного излучения исследуемых газов.

Перечисленные выше лабораторные работы оригинальны и поставлены в 1997-1998 годах, для каждой из них разработаны авторские программы на ЭВМ, написаны методические указания. Все они опробованы в лабораторном практикуме. Студенты и преподаватели дали положительные отзывы о новых лабораторных работах.

## **Звуковая карта компьютера для исследования изгибных и продольных колебаний в лаборатории общей физики**

А.И. Моисеев, Л.П. Муркин

Самарский государственный аэрокосмический университет, 443086, Самара,  
Московское шоссе 34, каф. физики, [mois@ssau.ru](mailto:mois@ssau.ru)

В настоящее время большинство персональных компьютеров (ПК) снабжено звуковыми картами, которые (вместе с ПК) можно применять в лаборатории в качестве: двухлучевых запоминающих осциллографов, двухканальных генераторов, анализаторов спектра, характериографа. При этом все эти виртуальные устройства работают одновременно

на базе одного ПК. На основе звуковой карты и персонального компьютера создан комплект программ и аппаратуры для исследования изгибных и продольных волн в стержнях. В качестве примера рассмотрены волны в стальном стержне диаметром 20мм и длиной 900мм, зажатом ножами посередине. Около одного торца стержня на оптической скамье помещен телефон с удаленной мембраной, возбуждающий механические колебания. Он подключен к выходу звуковой карты вместо громкоговорителя. У другого торца стержня находится точно такой же приемный телефон, который преобразует механические колебания в электрические и направляет их на вход звуковой карты. Приемный телефон имеет возможность передвигаться вдоль стержня по оптической скамье для поиска узлов колебаний. Оба телефона укреплены на держателях, позволяющих изменять положение телефонов для возбуждения как продольных, так и изгибных колебаний. Исследуются как вынужденные колебания - методом скользящего тона, так и переходные процессы, возникающие в системе при включении и отключении возбуждения. Частотная характеристика систем с добротностью 10000-20000 измеряется на сетке частот с дискретностью 0.01-0.05Гц, что является труднодостижимым для большинства генераторов. Результаты эксперимента можно записать или в память ПК, или на дискеты для последующей демонстрации. Достоинством комплекта являются высокая точность частотных измерений, обусловленная кварцевым генератором на плате звуковой карты, а также отсутствие дорогостоящих компонентов: применялись телефоны и усилитель звуковых частот, имеющиеся в каждом ВУЗе и школе. Все исследования выполнены на ПК Pentium-166 и звуковой карте Crystal CX-4235-ISA, которые широко распространены в России.

## **Интерактивный компьютерный практикум по оптике**

Е.К. Ратникова, Э.Р. Даниловский, Ф.В. Нигматуллин

Башкирский государственный педагогический университет, г. Уфа

В целях повышения эффективности преподавания курса физики кафедрой общей физики разработан лабораторный практикум по оптике, использующий возможности дистанционного обучения с элементами интерактивности для проведения занятий со студентами специальностей "физика и информатика", "математика и информатика", а также "информатика – английский язык". Данный практикум содержит материал, позволяющий

ознакомиться с методикой дистанционного обучения, возможностью быстрого поиска информации в глобальной сети Интернет, историческими сведениями, ответить на контрольные вопросы. Учебник представляет собой многостраничный - Web документ, с использованием встроенной анимации физических процессов и присоединенных файлов для реализации процессов моделирования. Теоретическая часть представлена на русском и английском языках.

Практическая часть лабораторного практикума состоит из двух лабораторных работ по интерференции (изучение колец Ньютона, определение радиуса кривизны линзы, интерференционные методы определения длины световой волны); семи лабораторных работ по дифракции света (изучение дифракционной решетки, определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки, дифракция Френеля на круглом отверстии, дифракция Фраунгофера на щели, дифракция Фраунгофера на двух щелях, определение постоянной прозрачной дифракционной решетки, спектроскоп на основе отражательной дифракционной решетки); вычислительной программы "Кольца Ньютона" (Borland Delphi 5.0), позволяющей непосредственно производить вычисления, моделирование, тестирование и выдавать распечатку результатов, указания к лабораторным работам, контрольные вопросы и видеофильмы по интерференции и дифракции.

Лабораторные работы по компьютерному моделированию физических процессов могут снять в какой-то мере проблему материальной базы кафедры общей физики, повысить активность студента, индивидуальность обучения, способствовать углубленному изучению физических явлений.

#### Литература

1. Ратникова Е.К., Уразаева Л.Ю. Организация исследовательской работы студентов с помощью компьютерного моделирования. Сб. Съезд российских физиков-преподавателей. Физическое образование в XXI веке. Москва, 2000 г. С. 371.

## Компьютерные имитаторы лабораторных установок в физическом практикуме

Г.И. Грейсух, С.А. Степанов

Пензенская государственная архитектурно-строительная академия

440028, Пенза 28, Титова, 28. E-mail: guess\_rg@aport2000.ru>

В последние годы рынок учебного оборудования для вузов существенно расширился. Ряд организаций и фирм, таких как НПО «Росучприбор», НТЦ «Владис», ЗАО

«СистемоТехника» и др., предлагают лабораторное оборудование по всем разделам физики. Однако существующее в настоящее время соотношение рыночных цен и финансовых возможностей вуза, как правило, не позволяет приобрести лабораторные установки в необходимом количестве.

Один из путей решения данной проблемы заключается в дублировании реальных физических установок их компьютерными имитаторами. При этом реальную установку имитирует системный блок компьютера. Его клавиатура превращается в пульт управления, а монитор совмещает роль цифровых индикаторов измерительных приборов с ролью телеэкрана, позволяющего наблюдать работу имитируемой установки.

Компьютерные имитаторы обеспечивают:

- моделирование изучаемых физических явлений, систематических и случайных погрешностей;
- визуализацию лабораторных установок и динамики их работы в реальном или машинном масштабе времени;
- изменение в широком диапазоне и диалоговом режиме технических характеристик установок и параметров проводимых экспериментов.

Их использование в учебном процессе позволяет:

- организовать лабораторный практикум фронтальным методом, при котором вся учебная группа одновременно выполняет работы на одну и ту же тему;
- организовать лабораторный практикум в системе дистанционного обучения;
- минимизировать финансовые затраты, учитывая соотношение цен на компьютеры и мелкосерийно производимое лабораторное оборудование.

Практика показывает, что наибольший педагогический эффект достигается в том случае, когда каждый студент имеет возможность часть работы (то или иное конкретное задание) сделать на натурной установке, а другую часть - на компьютере. Если, к тому же, на этапе подготовки к лабораторной работе внимание студента обращено на побочные явления и факторы, приводящие к методическим и случайным погрешностям, то в ходе выполнения работы он убеждается, что ни одно физическое явление не наблюдается в чистом виде и успех эксперимента зависит от того, насколько удастся снизить влияние побочных факторов.

Не менее важным являются также то, что компьютерные имитаторы позволяют, во-первых, существенно расширить круг задач, которые могут быть решены при выполнении

лабораторной работы студентами, и, во-вторых, - преодолеть технические ограничения реальных учебных установок.

Возможности компьютерных имитаторов, созданных на кафедре физики Пензенской государственной архитектурно-строительной академии, демонстрируются на примере аналогов лабораторных установок, разработанных НПО «Росучприбор»: машины Атвуда (ФПМ 02), маятника Обербека (ФПМ 06) и установки для определения универсальной газовой постоянной (ФПТ1-12).

Вышеперечисленные имитаторы были представлены в ноябре 2001 г. на выставке-ярмарке «Современная образовательная среда» и отмечены дипломом и золотой медалью ВВЦ.

## **Электронное учебное пособие по теме “Дисперсия света”**

Я.В. Арзамасцева, Т.Д. Колесникова

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет), Санкт-Петербург, ул. Саблинская, д. 14

Дистанционные технологии представляют собой наиболее перспективную и активно развивающуюся разновидность компьютерных технологий обучения. К ресурсам системы дистанционного обучения относятся: электронные учебники, обучающие и тестирующие системы, виртуальные лаборатория и библиотека.

Нами было разработано электронное пособие по теме “Дисперсия света”, с подробным изложением следующих теоретических вопросов: цвета тел, спектр, опыты Ньютона, преломление в призме, нормальная и аномальная дисперсия. Данное пособие предназначено для школьников старших классов и для студентов технических вузов. Пособие разработано с целью систематизации, углубления учебной информации по данному физическому явлению. Кроме того, данный электронный учебник позволяет существенно экономить время учащегося, затрачиваемое на поиск учебного материала при повторении или по отысканию неизвестных или забытых понятий. В разработанном учебном пособии весь материал по теме “Дисперсия света” разбит на отдельные модули, поэтому учащийся может последовательно изучать весь материал по этой теме, либо выборочно рассмотреть те или иные физические вопросы и понятия.

Учебное пособие разработано с помощью FLASH-технологий. Оно включает в

себя основные теоретические понятия, схемы, красочные иллюстрации. Текст составлен с учетом использования гипертекстовых ссылок, которые включают в себя краткие биографии ученых, занимавшихся исследованиями в данной области. Переход между страницами осуществляется с помощью кнопок. Кроме того, данное учебное пособие дает возможность проверить свои знания в разделе "Контрольные вопросы" и ознакомиться со списком литературы по данной теме. Таким образом, пособие создано так, что любой неопытный школьник легко может научиться работать с ним.

В целом, данное электронное учебное пособие представляет программно-методический комплекс, обеспечивающий возможность самостоятельного освоения учебного курса или его большого раздела именно с помощью компьютера.

## **Компьютеризированный комплект демонстрационного оборудования по физике с управляющим программным обеспечением на основе среды BARSIC**

В.В. Монахов, \*И.Р. Ивановский, А.Н. Кашин, \*В.А. Кораблев,  
\*Е.М. Марченко  
Физический факультет СпбГУ, 198504, СПб, ул. Ульяновская, д.1, НИИФ,  
[monakhov@cph3.phys.spbu.ru](mailto:monakhov@cph3.phys.spbu.ru)  
\*СПб СПКБ, 198051, Санкт-Петербург, ул. Егорова 26-б, [sspkb@robotek.ru](mailto:sspkb@robotek.ru)

Для проведения демонстраций с использованием компьютера разработанный нами прибор ПКЦ ("Прибор Комбинированный Цифровой") был усовершенствован: в него были добавлены средства для связи через последовательный интерфейс RS-232. Со стороны компьютера поддержка осуществлена с помощью программ-приложений интегрированной среды BARSIC [1], имеющей встроенные средства работы с интерфейсом RS-232 и работающих под Windows 95, 98, ME, NT4, 2000, XP.

Для поддержки демонстраций по школьному курсу физики нами разработан набор программ, расширяющих возможности типовых комплектов на основе прибора ПКЦ. Основным назначением программ является проведение демонстраций во время классных занятий. Они делятся на две категории:

1) универсальные в рамках данного раздела физики – позволяют расширить возможности ПКЦ как мультимера. Например, программа, позволяющая измерять зависимость от времени температуры двух выносных датчиков, а также давления, измеряемого с помощью еще одного выносного датчика, дает возможность изучать



процессы замерзания и плавления, кипения, иллюстрировать понятие теплоемкости, показывать нагревание газа при быстром сжатии и его охлаждение при быстром расширении, и т.д. В этих программах предусмотрена возможность сохранения измеренных данных в файле и загрузка результатов произвольного числа экспериментов из файла, с наложением соответствующих графиков друг на друга.

2) программы, разработанные для одной конкретной демонстрации. В программах этого типа предусмотрены возможности специальной обработки результатов измерений (пересчет графиков по различным формулам, проведение аппроксимирующих зависимостей, отмена результатов предыдущих измерений и т.п.). Пример – программа для изучения газовых законов, позволяющая проверять соотношение  $pV = m/\mu RT$ .

### Литература

1. Монахов В.В., Кожедуб А.В. Программный комплекс BARSIC. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001611610, 2001 г.

## Цикл лабораторных работ по физике на базе графической программной технологии

И.П. Чернов, В.И. Веретельник, В.В. Ларионов, С.В. Муравьев,

В.П. Борисов, Э.Б. Шошин, Г.В. Ерофеева, С.В. Сарычев

Томский политехнический университет

634034, Томск-34, пр. Ленина, 30, ЕНМФ, Россия

E-mail: [chernov@tpu.ru](mailto:chernov@tpu.ru)

Разработано программное аппаратное и методическое обеспечение цикла лабораторных работ по физике, которые проводятся с использованием персонального компьютера, заменяющего собой традиционные измерительные приборы и средства составления отчета. А также берущего на себя часть функций преподавателя.

Реализованы следующие работы традиционного лабораторного практикума по физике: Вынужденные колебания, Электростатическое поле, Гистерезис, Газоразрядная плазма, Затухающие колебания, Магнитные поля, Работа выхода, Модуль Юнга, Статистика счета элементарных частиц, Поляризация, Параллельный контур, Фотоэффект,

Опыт Франка и Герца, Распределение термоэлектронов.

Эти электронные работы могут выполняться студентами в различных сочетаниях при изучении таких разделов дисциплины "Физика", как "Оптика", "Электричество", "Колебания", "Ядерная физика" и др.

Методология создания лабораторных работ основана на графической программной технологии, реализованной в пакете LabVIEW, распространяемом фирмой National Instruments (США). С помощью этого пакета можно создавать графические программы. Называемые виртуальными приборами (ВП), вместо написания традиционных текстовых программ.

Ядро аппаратной части компьютерной лабораторной работы составляет встраиваемая плата сбора данных (ПСД) типа L 154 фирмы L-card, с помощью которой полученные с объекта исследований электрические сигналы вводятся в ЭВМ. ПСД способна обрабатывать сигналы с 32 датчиков с электрическим выходом. Наличие в ПСД цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразователей, цифровых входов и выходов, позволяет строить на ее основе такие необходимые для проведения лабораторных работ средства измерений как вольтметр, амперметр, генератор. Простые измерения в схеме включения имеющегося на плате таймера позволили реализовать также частотомер и фазометр. Расширение функциональных возможностей ПСД достигается использованием внешних источников постоянных напряжений, генераторов синусоидальных сигналов и других измерительных приборов, входящих в состав блока сопряжения. Этот блок содержит также преобразователи сигналов от объекта в форму, воспринимаемую ПСД. Разработанные аппаратные средства позволяют измерять и воспроизводить сигналы в широком динамическом диапазоне: тока –  $10^{-9}$  – 5А, напряжения –  $10^6$  – 1500 В.

Комплекс лабораторных работ обеспечивает резкое повышение эффективности обучения и позволяет довести качество подготовки студентов до уровня международных стандартов. Полученные результаты могут быть сравнительно быстро перенесены на дистанционную форму реализации учебного процесса.

Экспериментальные образцы имеют современный дизайн.

Возможно создание лабораторных работ по разработанной методологии для преподавания любых дисциплин.

## Компьютерный практикум по электромагнетизму

Н.Г. Анищенко, Н.А. Блинов, И.М. Граменицкий, В.Л. Громов,  
Д.В. Журавель, Ю.А. Крюков, О.В. Крюкова, С.Г. Стеценко,  
С.А. Федоров, И.И. Шевчук

Государственный университет природы, общества и человека «Дубна». [nanish@uni-dubna.ru](mailto:nanish@uni-dubna.ru)  
141980, Дубна Московской области, ул. Университетская 19, Университет «Дубна»,

Представлены две компьютерные лабораторные работы по электродинамике (цепи постоянного и переменного тока), которые разработаны и проводятся в университете «Дубна» в рамках физического практикума по электромагнетизму. Программной поддержкой работ служит универсальная система схемотехнического моделирования “Electronics Workbench 5.0” (EW), позволяющая моделировать аналоговые, цифровые, цифро-аналоговые электрические и электронные схемы большой сложности. Методические пособия к каждой работе сопровождаются кратким теоретическим введением и содержат 6 вариантов заданий для домашней подготовки и проведения экспериментов в компьютерном классе. К практикуму прилагается методическое описание, которое адаптировано к использованию в учебных программах по физике и электротехнике для вузов. Опыт проведения компьютерного практикума в условиях университета «Дубна» показывает, что, таким образом, успешно решаются две задачи: студенты получают начальные навыки работы с программой EW и осваивают основы анализа цепей постоянного и переменного тока. При этом они проводят виртуальные измерения как простейшими приборами из библиотеки индикаторов EW, так и сложными современными устройствами (функциональным генератором, двухлучевым запоминающим осциллографом, графопостроителем, и т.д.) для формирования и наблюдения аналоговых сигналов. Предлагаемый компьютерный практикум составляет не более трети от общего объема лабораторного практикума по электромагнетизму и соответствует требованиям по внедрению новых информационных технологий, которые изложены в Федеральной целевой программе «Развитие единой образовательной информационной среды в 2001-2005 г».

## **Физический лекционный кабинет томского политехнического университета**

А.Ф. Горбачев, В.А. Москалев, Ю.Л. Пивоваров

Томский политехнический университет, 634050 Томск, проспект

Ленина, 30, E-mail: [gorbachev@fnsm.tpu.edu.ru](mailto:gorbachev@fnsm.tpu.edu.ru)

Кафедра физики Томского политехнического университета начала действовать одновременно с его открытием в 1900 г. (тогда он назывался технологическим институтом). С открытием в 1904 г. физического корпуса, был организован физический лекционный кабинет для подготовки и проведения физических экспериментов, сопровождавших лекции, первая из которых была прочитана 21 октября 1904 г. За прошедшее столетие оборудование и приборы много раз обновлялись и заменялись более совершенными и современными, однако, ряд приборов сохранились до настоящего времени и используются как для показа демонстраций, так и для воспитания наших студентов и школьников в духе исторических традиций Томского политехнического университета.

Сегодня физический лекционный кабинет обслуживает (одновременно) две большие лекционных физические аудитории, вмещающие 120 и 90 человек и обеспечивает демонстрационные эксперименты для студентов 1-2 курсов всех специальностей (около трех тысяч человек) по курсам «Общая физика», «Атомная физика», «Концепции современного естествознания». В аннотированном каталоге лекционных демонстраций содержится около 250 демонстраций, большая часть которых используется в практической работе. Задачи методического и практического плана решаются силами квалифицированных преподавателей, штатных демонстраторов-лаборантов, студентов, привлекаемых в порядке УИР для создания методического сопровождения каждой демонстрации и создания электронного каталога с последующим размещением на сайте ТПУ в INTERNET <http://www.fnsm.tpu.edu.ru>

В университете практикуются также демонстрации крупного масштаба - экскурсии студентов 2-го курса в научные лаборатории НИИ при ТПУ, где студенты знакомятся практически со всеми видами ускорителей заряженных частиц и исследовательским ядерным реактором.

## **Волновая и фурье-оптика в курсе общей физики в университетах и технических вузах РФ**

С.М. Козел, Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, И.С. Петрухин

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Обычно в курсах оптики при рассмотрении дифракционных задач применяется принцип Гюйгенса-Френеля. Фронт волны (или другая поверхность) разбивается на элементарные площадки, излучающие вторичные сферические волны. Суммирование этих волн позволяет построить дифракционное изображение. В то же время во многих задачах, связанных с распространением света, наиболее естественно и удобно вместо принципа Гюйгенса-Френеля использовать метод Релея, который состоит в разложении волнового фронта поля не по сферическим, а по плоским волнам. Важное преимущество разложения по плоским волнам состоит в том, что оно основано на преобразовании Фурье, математический аппарат которого доведен до инженерных расчетов. Аппарат преобразования Фурье позволяет использовать единый язык и терминологию при изучении колебательных процессов в радиофизике и волновых явлений в оптике. Такие известные оптические методы как голография, пространственная фильтрация, метод фазового контраста и т.д. имеют хорошо разработанные радиофизические аналоги (гетеродинирование, прием с изменением фазы несущей, прием без несущей и т.д.). Этим методам отведено большое место в литературе, установилась терминология, выработаны схемы решения типичных задач. Возникло новое направление изучения оптических явлений и их приложений, получившее название Фурье-оптики.

Доклад посвящен новым современным разделам волновой и Фурье-оптики, использующим метод Релея, которые широко представлены в курсе общей физики МФТИ и в течение последних лет широко используются в учебном процессе при обучении студентов.

## **Лекционные опыты в лазерном свете по пространственной фильтрации**

С.М. Козел, Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, В.Е. Белонучкин, И.С. Петрухин

Московский физико-технический институт (государственный университет),

Научно-производственная фирма «ЭКЛУС»

Новые современные разделы волновой и Фурье-оптики, которые включены в программу общей физики университетов и технических вузов, все еще недостаточно поддерживаются лекционными демонстрациями. Представленные в докладе демонстрационные эксперименты восполняют этот пробел и могут существенно изменить методы преподавания оптики в высшей школе.

Доклад посвящен лекционным экспериментам по волновой и Фурье-оптике в курсе общей физики для высшей школы. Во время проведения доклада показываются классические демонстрационные эксперименты по волновой оптике (кольца Ньютона, дифракция, интерференция поляризованного света, опыт Аббе и т.д.), а также набор новых демонстраций, вошедших в практику лекционного эксперимента в последнее время (интерференция с большой разностью хода, саморепродукция (эффект Талбота), пространственная фильтрация и т.д.)

Демонстрационные эксперименты выполняются на учебном оборудовании, разработка которого ведется в течение ряда лет в МФТИ совместно с НПФ «Экрус».

Классические демонстрации выполняются на специально разработанном оборудовании в белом свете кодоскопа, лекционные эксперименты, вошедшие в практику последнего времени, выполняются в свете полупроводникового лазера с длиной волны 650 нм (красный) и мощностью 15 мВт.

## Лабораторные работы физического практикума по волновой и фурье-оптике в вузах

Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, С.М. Козел, И.С. Петрухин

Московский физико-технический институт (государственный университет),

Научно-производственная фирма «ЭКЛУС»

В докладе представлен цикл лабораторных работ физического практикума по волновой и Фурье-оптике. Особое внимание уделено использованию лазерного излучения. Источниками излучения являются гелий-неоновый лазер промышленного производства и полупроводниковый лазер мощностью 1 мВт. Для учебно-научных работ может быть использован специально разработанный НПФ «Эккус», МФТИ и Предприятием «Звезда» компактный гелий-неоновый лазер высокой стабильности.

Цикл включает 11 лабораторных работ:

**Работа 1.** Элементы геометрической оптики. Определение фокусного расстояния положительной и отрицательной линзы различными методами.

**Работа 2.** Элементы геометрической оптики. Моделирование оптических приборов и определение их увеличения. Труба Кеплера. Труба Галилея.

**Работа 3.** Определение коэффициента преломления кварцевой пластины.

**Работа 4.** Интерференция. Бипризма Френеля. Определение параметров бипризмы.

**Работа 5.** Дифракция. Определение параметров различных дифракционных решеток.

**Работа 6.** Дифракция на двумерной решетке (сетке).

**Работа 7.** Изучение дифракции лазерного света на щели. Дифракция Френеля. Дифракция в параллельных лучах (Фраунгофера).

**Работа 8.** Изучение явления саморепродукции.

**Работа 9.** Излучение поляризованного света лазера. Угол Брюстера. Закон Малюса.

**Работа 10.** Интерференция. Полосы равного наклона. Определение толщины плоскопараллельной стеклянной пластины.

**Работа 11.** Опыты по пространственной фильтрации. Изучение процесса формирования изображения в простейшей однолинзовой системе.

Работы выполняются на учебном оборудовании нового поколения, разработка которого ведется в течение ряда лет в МФТИ совместно с НПФ «Эккус».

Каждая работа практикума собирается на небольшой оптической скамье и

комплектуется лазером. Практикум может быть также представлен в виде единого набора оборудования для лабораторных работ со всей необходимой оптикой и образцами на одной оптической скамье.

## **Компьютерные технологии в лабораторном пратикуме**

В.Ф. Дмитриева, Ю.Б. Икренникова

Московская государственная технологическая академия

109004, Москва, ул. Земляной Вал, 73 E-mail: [MSTA@df.ru](mailto:MSTA@df.ru)

Ограниченные возможности традиционного лабораторного практикума, сложность постановки эксперимента, отсутствие современного дорогостоящего оборудования, а также доступа к реальным объектам исследования делает необходимым использование при изучении курса физики компьютерных технологий.

В МГТА имеется опыт проведения лабораторных работ, на основе использования самостоятельно созданной программы «Лабораторный практикум по физике (компьютерная версия)». Лабораторный практикум содержит работы по всем разделам курса, физики, читаемого в вузе. Программа представляет собой комплекс программных модулей. Каждый модуль является электронной моделью соответствующей реально существующей лабораторной работы. Эти модели позволяют получать в динамике наглядные запоминающиеся иллюстрации физических экспериментов и явлений. Каждая лабораторная работа включает: краткую теорию по изучаемому явлению; методические указания по выполнению работы; тестовый контроль для допуска к работе. Кроме этого имеется возможность: 1) выбирать параметры установок; 2) моделировать ситуации, недоступные в реальных физических экспериментах; 3) выводить на экран компьютера графики временной зависимости величин, описывающих физический закон или физическое явление. Эта программа дополнена методическими указаниями и руководством для пользователя на бумажных носителях. В дальнейшем планируется осуществить озвучание теоретического и практического разделов лабораторного практикума.

Программа работает в среде ОС MSDOS, и не требует для себя больших компьютерных ресурсов, что означает возможность ее эксплуатации на ПК, начиная с 386 процессора. Это существенно расширяет круг учебных заведений, имеющих возможность ее применения. Пользоваться программой может любой, имеющий минимум знаний по ПК,



т.к. она снабжена подробными описаниями и подсказками.

Практикум положительно зарекомендовал себя при использовании в учебном процессе в течение 6 лет в МГТА, ее филиалах и представительствах (всего 75 учебных пунктов). Максимальная эффективность практикума достигается при его параллельном использовании с реальными установками.

## **Новые лабораторные установки для исследования электромагнитного поля**

В.Н. Калинин, В.К. Ковнацкий, М.В. Хохлова

Военный инженерно-космический университет им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург

Физический практикум призван помочь учащимся глубже осознать основные физические закономерности и приобрести элементарные навыки экспериментирования. Опыт кафедры физики ВИКУ показывает, что реализация творческой инициативы педагогов руками курсантов, занимающихся в военно-научном обществе позволяет существенно обогатить лабораторный практикум без дополнительных затрат на приобретение дорогостоящего оборудования. За последние три года на кафедре создан и внедрен в учебный процесс ряд новых лабораторных установок для исследования электромагнитного поля. Данные лабораторные установки позволяют расширить и оценить знания курсантов по следующим важным теоретическим вопросам, широко применяемым в специальных дисциплинах, а именно:

- закон Био-Савара-Лапласа,
- поведение контура с током в неоднородном магнитном поле,
- теорема о циркуляции вектора напряженности электрического поля,
- теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля,
- понятие магнитного потока,
- явление само- и взаимной индукции,
- ток смещения,
- физический смысл первого и второго уравнений Максвелла.

Рассмотрим подробнее возможности этих лабораторных установок.

1. Лабораторная установка решает задачу аппроксимации магнитного поля конечного линейного проводника с током магнитным полем кругового тока. Показано, что магнитное поле физически не реализуемого конечного линейного проводника с током может быть с достаточно высокой точностью смоделировано с помощью кругового тока, центр которого совмещен с центром линейного проводника с током, и плоскость которого совпадает с плоскостью моделирования. Проведенный вычислительный эксперимент подтверждает, что аппроксимация осуществляется с очень малой погрешностью.

Лабораторная установка признана как изобретение (патент № 21 70459) и позволяет глубоко понять и усвоить закон Био-Савара-Лапласа, его применение для расчета характеристик магнитного поля, а также наглядно иллюстрирует принцип суперпозиции.

2. Лабораторная установка решает задачу экспериментального исследования поведения контура с током в неоднородном магнитном поле, позволяет определить силу Ампера, действующую на контур с током в неоднородном магнитном поле, а также рассчитать показатель неоднородности поля вдоль заданного направления.

3. Лабораторная установка для демонстрации и исследования первого уравнения Максвелла позволяет ознакомить курсантов с индукционным методом измерения напряженности магнитного поля, экспериментально проверить однородность магнитного поля внутри длинного соленоида, определить зависимость величины напряженности вихревого электрического поля от расстояния до оси соленоида, а также от частоты и величины напряженность переменного магнитного поля.

4. Лабораторная установка для демонстрации и исследования второго уравнения Максвелла позволяет определить зависимость напряженности магнитного поля от величины напряженности переменного электрического поля, как в вакууме, так и в диэлектрической среде; измерить величину тока смещения между обкладками плоскость конденсатора и определить зависимость его от частоты переменного электрического поля.

Лабораторные установки признаны как изобретения (патенты № 2130204 и № 2133505) и внедрены в учебный процесс на кафедре физики военного инженерно-космического университета.

## Исследование теплового излучения в физическом практикуме

В.В. Светозаров, Ю.В. Светозаров

Научно-технический центр "ВЛАДИС"

115409, Москва, Каширское шоссе, 31, МИФИ, ВЛАДИС

Тел/факс 323-9238, 325-0116, e-mail: [vvs@vladis.mephi.ru](mailto:vvs@vladis.mephi.ru)

### 1. Формула Планка.

Для проверки формулы Планка и определения постоянной Планка можно исследовать зависимость интенсивности излучения от частоты при фиксированной температуре. При интерпретации результатов нужно знать и учитывать спектральную характеристику фотоприемника, зависимость поглотительной способности излучающего тела от частоты при данной температуре (для вольфрама эти зависимости имеются в справочниках по спектроскопии), а также зависимость пропускаемой монохроматором полосы частот от частоты. Это делает эксперимент весьма сложным и малопривлекательным в качестве учебного. Однако исследование спектральных характеристик системы излучатель-монохроматор-фотоприемник представляет интерес для сравнения спектральных характеристик различных фотоприемников или для качественного сравнения спектров излучения при разных температурах (направление смещения максимума интенсивности при изменении температуры согласуется с формулой Планка).

В выпускаемых НТЦ ВЛАДИС учебных комплексах (ЛКК-1, ЛКК-3 и ЛККТ-7) реализовано исследование зависимости интенсивности излучения от температуры на фиксированной частоте.

Источник излучения - нить лампы накаливания. Температура нити определяется по ее сопротивлению.

Для изучаемого диапазона частот и температур зависимость интенсивности излучения от температуры описывается формулой Вина - частным случаем формулы Планка. Независимо от параметров монохроматора и фотоприемника, в одном лишь предположении малого изменения испускательной способности вольфрама в изучаемом узком диапазоне температур, график зависимости логарифма фототока от обратной температуры линеен, причем его угловой коэффициент пропорционален отношению постоянной Планка к постоянной Больцмана. Это отношение и определяется в эксперименте. Отличие

экспериментальных результатов от табличных в пределах 10%.

## 2. Закон Стефана-Больцмана

Интегральная интенсивность излучения абсолютно черного тела пропорциональна  $T^4$ . Аналогичная зависимость для «серого» тела (вольфрама) изучается в эксперименте. Источник излучения - лампа накаливания. В качестве мощности излучения принимается мощность питания излучателя. Это возможно в пренебрежении потерями тепла через концы нити. Выбранная лампа СЦ-12 удовлетворяет этим требованиям (длина нити 10,5 мм, диаметр спирали 0,20 мм, шаг спирали 0,08 мм, диаметр проволоки 0,04 мм). Аккуратное измерение размеров нити позволяет определить эффективный размер излучающей поверхности. По результатам эксперимента находим зависимость мощности от температуры (показатель степени температуры получается в пределах 3,6-4,4) и испускательную способность вольфрама (около 0,3).

## **Доклады II секции "Лекционный и лабораторный физический эксперимент в вузах"**

**Рук.: Геннадий Георгиевич СПИРИН - проф. МГАИ (ТУ)**

**Сергей Константинович СТАФЕЕВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)**

**30 мая (с 14 до 17)**

### **Реализация классического эксперимента «Опыт Галилея» с помощью техники фотофиниша**

С.Б. Рыжиков, Ю.В. Старокуров

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический факультет,

119992 ГСП-2 Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет,

КОФ. [sbr@genphys.phys.msu.ru](mailto:sbr@genphys.phys.msu.ru)

В настоящее время существует лишь незначительное количество демонстраций, позволяющих измерять силу сопротивления воздуха. Большая часть из них требует сложного специального оборудования. В настоящей работе предлагается метод демонстрации наличия сопротивления воздуха, позволяющий получить количественные оценки величины силы сопротивления воздуха. Методика измерения основана на сравнении координат и скоростей падающих тел, одновременно брошенных с некоторой высоты без начальной скорости. Схема эксперимента внешне напоминает классический опыт Галилея, который, согласно легенде, бросал с Пизанской башни тела различных масс и размеров.

Необходимый для демонстрации комплект оборудования: набор тел различных размеров и масс, экран с координатной сеткой, видеокамера, компьютер с картой видео захвата.

Эксперимент прост в подготовке и демонстрации и может быть показан в течение нескольких минут.

## **Демонстрационная система «Переход от одной к $N$ щелям на одномерной многощелевой дифракционной решетке»**

А.В. Спирин

Санкт-Петербургский государственный Институт Точной Механики и Оптики

(Технический Университет), Санкт-Петербург, ул. Саблинская, д. 14

E-Mail: [\\_kumir@mail.ru](mailto:_kumir@mail.ru)

В настоящее время информационно-технические средства позволяют внести большую долю наглядности в процесс обучения. С точки зрения обучения физике это в первую очередь достигается возможностью моделирования различных физических процессов. Так как большинство опытов строго подчиняется определенным законам, то видится возможной разработка различных демонстрационных программ, полностью охватывающих курс преподавания физики.

Рассмотрим использование демонстрационной системы на примере разработанной автором программы «Переход от одной к  $N$  щелям на одномерной многощелевой дифракционной решетке». Поверхностная демонстрация явления дифракции не несет в себе особенных трудностей, однако, для более качественного восприятия материала, необходима более детальная работа. Для этих целей в свое время была создана лабораторная установка, состоящая из гелий-неонового лазера и набора дифракционных фотошаблонов. К сожалению, данная установка по ряду причин не получила широкого распространения в физических лабораториях учебных заведений города, в том числе и по причине достаточно высокой стоимости. Наиболее оптимальным выходом из положения являлась разработка моделирующей программы.

Демонстрация рассчитана на использование в общеобразовательных учреждениях на заключающей стадии прочтения раздела «Дифракция» курса общей физики ученикам старших классов, а так же студентам младших курсов вузов. Программа предназначена для проведения демонстрации дифракционной картины, получаемой на непрозрачном экране при освещении одномерной многощелевой решетки монохроматическим светом с длиной волны 760 нм. Программа написана на языке программирования DELPHI, нетребовательна к аппаратному обеспечению, проста в установке и использовании, а в связи с малыми размерами исполняемого модуля может быть переслана в федеральные учебные заведения при помощи современных коммуникационных технологий.

## Приборы для лекционной демонстрации и лабораторного физического эксперимента

Д.Г. Галимов, Г.Ю. Даутов, Г.А. Забиров, Б.А. Тимеркаев

КГТУ им. А.Н.Туполева, 420111Казань, К. Маркса, 10, e-mail: timerkaev@kai.ru

На кафедре общей физики КГТУ им. А.Н.Туполева сохранилась хорошая традиция сопровождения лекций по физике демонстрацией опытов. На кафедре имеется широкий набор стандартных лекционных опытов, изготовленных на заводах, а также приборов и установок, изготовленных в разное время преподавателями – энтузиастами. Стандартные лекционные установки имеются, в основном, во всех вузах и целесообразность и методика их применения обсуждалась на многих крупных методических совещаниях и конференциях.

Мы ознакомим участников данной конференции с описанием некоторых оригинальных установок, разработанных и используемых в учебном процессе в КГТУ им. А.Н.Туполева.

*Установка для демонстрации явления самоиндукции и экстратоков замыкания и размыкания.*

Основным узлом установки является катушка  $L$  с достаточно большой индуктивностью. Источник имеет напряжение 12 В, несмотря на это в момент размыкания цепи ключом  $K$  возникает эдс, во много раз превышающая эдс источника и достаточная для зажигания неоновой лампы с напряжением зажигания на 120 В. Включение в схему двух диодов  $D_1$  и  $D_2$  дает возможность наглядно демонстрировать экстратоки замыкания и размыкания.

*Установка для демонстрации эффекта Баркгаузена с высокочувствительным усилителем.*

Данная установка позволяет демонстрировать в большой лекционной аудитории аудиовизуальные эффекты, связанные с переориентацией доменов в ферромагнитном материале при его перемагничивании. Установка содержит электромагнитную катушку с ферромагнитным сердечником, датчик сигналов, наушники. Оригинальной частью установки является высокочувствительный предусилитель, исключающий какие –либо помехи при использовании стандартного микрофона с усилителем.

## **Новая автоматизированная лекционная демонстрация «Измерение коэффициентов лобового сопротивления у тел различной формы»**

М.В. Семенов, А.А. Якута

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 119992, г. Москва, Ленинские горы, МГУ,  
физический факультет, КОФ, КФД, [yakuta@genphys.phys.msu.su](mailto:yakuta@genphys.phys.msu.su)

Обтекание тел различной формы потоком жидкости или газа традиционно рассматривается в курсе общей физики при изучении разделов «Гидродинамика» и «Аэродинамика». Однако, используемые при изложении этого вопроса лекционные демонстрации, как правило, носят качественный характер. В их числе следует упомянуть ставшие классическими опыты на приборе Поля–Колбанова и эксперименты с аэродинамическими трубой и весами. Данные эксперименты позволяют продемонстрировать ламинарный и турбулентный характер обтекания тел при различных скоростях потока, а также показать, что тела разной формы оказывают разное сопротивление набегающему потоку. Количественные же эксперименты по данной теме обычно не ставятся из-за их трудоемкости и необходимости использовать сложное измерительное оборудование.

В данной работе предлагается новый экспериментальный метод и описывается созданная в Кабинете физических демонстраций физического факультета МГУ автоматизированная демонстрационная установка, позволяющая измерять коэффициенты лобового сопротивления  $C_x$  у тел различной формы путем наблюдения их падения в воздухе. Излагается и обосновывается способ обработки экспериментальных данных, при помощи которого можно, используя компьютер, проводить измерения  $C_x$  непосредственно во время лекции с приемлемой точностью (~10%). Приводятся экспериментальные результаты для различных тел – полусферы и каплевидного тела, обтекаемых потоком с разных сторон, а также для шаров, выполненных из различных материалов. Результаты сравниваются со значениями, приведенными в литературе. Также обсуждается возможность использования предложенной методики для экспериментального определения зависимости силы трения, действующей на падающее в воздухе тело, от его скорости. Приводятся результаты численного моделирования и полученные экспериментальные зависимости.





## Демонстрация электрооптического эффекта Керра в примесных щелочно-галогидных кристаллах

В.Л. Вейсман

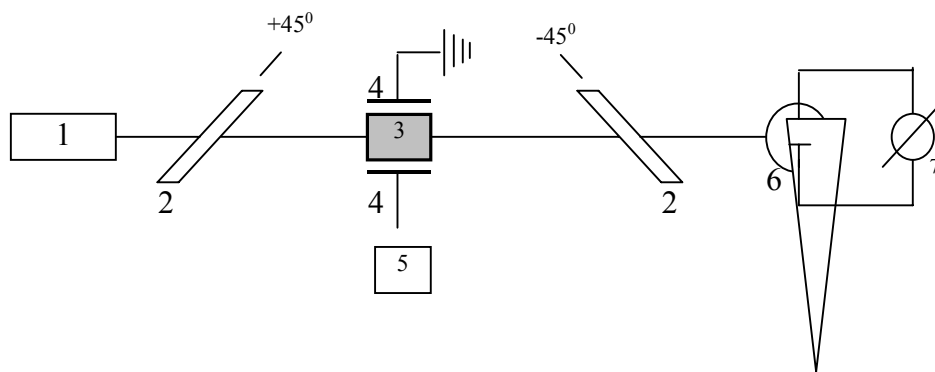
Государственный педагогический институт, Псков, Россия,

[natgras@yandex.ru](mailto:natgras@yandex.ru)

Экспериментальному и теоретическому изучению электрооптических и магнитооптических эффектов в различных вузовских курсах физики (оптике, физике конденсированных сред, нелинейной физике) уделяется достаточно много внимания, так как данные явления четко показывают взаимное влияние структуры и поля, значительны и технические приложения открытых Фарадеем, Керром и Поггелем физических эффектов [1,2]. Для лекционных демонстраций эффекта Керра обычно рекомендуют использовать ячейку с химически чистым нитробензолом, которая в определенных условиях действует как пластинка в четверть волны [3]. Однако, это вещество токсично и химически чистый нитробензол для большинства кафедр физики в настоящее время недоступен.

В настоящей работе мы впервые предлагаем для лекционных демонстраций эффекта Керра ячейку с твердым диэлектриком [4], в качестве которого удобно использовать щелочно-галогидные кристаллы (ЩГК), с двухвалентными примесями ( $Me^{2+} = Cd^{2+}, Pb^{2+}, Sr^{2+}$ ) Для таких кристаллов постоянная Керра увеличивается на 5 порядков, по сравнению с "чистыми" кристаллами [5].

В основу экспериментальной установки положена классическая схема (см. рисунок),



где 1 - источник света {лазер ЛГ201,  $\lambda_{генер.} = 632,8\text{ нм}$ ; либо лазерный диод ( $\lambda_{генер.} = 630-650\text{ нм}$ )}; 2 - поляризаторы (пленочные или призмы Николя), 3 - ЩГК+ $Me^{2+}$ ; 4 - медные пластины

конденсатора; 5 - стабилизированный источник высокого напряжения "ВСФ";  
6 - селеновый фотодиод с максимумом чувствительности в районе 550-600 нм; 7 - микровольтнаноамперметр Ф136, со световым индикатором.

Базой, на которой размещена ячейка, служит тубус сахариметра. Контакты ячейки изолированы от тубуса фторопластовыми втулками. Размеры кристаллов . Применялись графитовые электроды, а также  $Al$  - электроды, полученные на поверхностях кристалла методом термического испарения в высоком вакууме. В ЦГК с двухвалентными металлическими примесями образуется дополнительное количество катионных вакансий ( $V_K$ ), обеспечивающих электронейтральность кристалла. При этом образуется достаточно большое количество диполей  $< Me^{2+} - V_K >$ . При наложении на кристалл электрического поля происходит разворот диполей по полю (вакансия и один из ионов щелочного металла "меняются местами"), кристалл становится анизотропным и ведет себя подобно одноосному кристаллу с оптической осью, направленной вдоль внешнего электрического поля. В результате двойного лучепреломления свет, выходящий из конденсатора, оказывается эллиптически-поляризованным и может быть исследован при помощи анализатора и фотодиода, сигнал от которого подается на микровольтметр Ф136. Наилучшие результаты нами были получены на кристаллах  $KCl : PbCl_2$  . выращенных методом Киропулоса, с концентрацией  $Pb^{2+}$  0,1 мол.% в кристалле, определенной полярографическим методом. При скрещенных поляроидах, в отсутствие электрического поля, фотодиод создает на своих выводах разность потенциалов  $U_0=5$ мкВ. При наложении на кристалл от источника разности потенциалов 5кВ ( $E=10^4$ В/см), мы имеем значительное просветление в системе:  $U=20$ мкВ. Это позволяет использовать установку в демонстрационном варианте.

### Литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т. 4. Оптика. М.: Наука. 1980. - 752с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука. 1976. - 928с.
3. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В., Шаскольская М.П., Яковлев И.А. Лекционные демонстрации по физике (под ред. Ивероновой В.И.). М.: Наука. 1972. - 640с.
4. Сонин А.С., Василевская А.С. Электрооптические кристаллы. М.:Атомиздат. 1971.
5. S. Lakshmi Raghavan, N. Ramesh, and K. Srinivasan. Phys. stat. sol. (a) **108**, 771 (1988).

## Демонстрация вихревого электрического поля с помощью высокочастотного индукционного разряда

И.Н. Фетисов

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Москва 107005, 2-я Бауманская ул., 5

В вакууме свойства электрического поля (ЭП) полностью описываются напряженностью электрического поля  $E$ . Различают потенциальную  $E_p$  и вихревую  $E_s$  компоненты электрического поля ( $E = E_p + E_s$ ). Источником потенциальных полей являются заряды:  $\operatorname{div} E_p = \rho / \epsilon_0$ ,  $\operatorname{rot} E_p = 0$ . Вихревая составляющая ЭП возникает при изменении во времени магнитного поля:  $\operatorname{rot} E_s = -d\mathbf{B} / dt$ ,  $\operatorname{div} E_s = 0$ . Мы демонстрируем вихревое ЭП с помощью безэлектродного высокочастотного индукционного (ВЧИ) разряда. Разряд зажигают внутри диэлектрической трубки, вставленной в катушку, по которой пропускают ВЧ-ток. В этом случае переменное продольное магнитное поле индуцирует в разрядной плазме вихревое электрическое поле  $E_s$  с кольцевыми силовыми линиями и кольцевыми токами. Свечение газа демонстрирует наличие токов в трубке, а следовательно, и вихревого электрического поля.

Для демонстрации в небольшой аудитории используем недорогой отечественный косметический прибор «Фотон», предназначенный для УФ облучения в домашних условиях. Прибор содержит безэлектродную кварцевую ртутную лампу, вокруг которой намотана катушка из нескольких витков провода. Через катушку пропускают переменный ток с частотой 40 МГц от генератора, встроенного внутри прибора.

В дополнение к ВЧИ-разряду показываем обычную газоразрядную лампу с электродами, на которые подается постоянное или переменное сетевое напряжение. В такой лампе ток создается потенциальным электрическим полем  $E_p$ . Совместная демонстрация двух ламп позволяет лучше понять различие потенциальной и вихревой составляющих ЭП, а также их источники. Демонстрация вихревого поля с помощью ВЧИ-разряда нам представляется более наглядной, чем с помощью трансформатора.

## Применение ведеопроекции в демонстрационном эксперименте по курсу общей физики

А.Н. Мансуров

Московский педагогический государственный университет, Россия, Москва, 119891 (ГСП),

Малая Пироговская, 29, e-mail: ciprel@cityline.ru

В связи с развитием электронных методов обработки оптических изображений появилась реальная возможность использовать метод ведеопроекции в демонстрационном эксперименте по физике. Высокая чувствительность современных твёрдотельных цветных ведеокамер, возможность обработки ведеосигналов в цифровой форме, применение электронных средств для хранения, обработки и предъявления визуальной информации позволяют расширить дидактические возможности демонстрационного эксперимента по физике. В частности, с помощью ведеопроекции удаётся продемонстрировать такие физические эффекты и явления, которые были доступны только для индивидуального наблюдения. Применение современных цветных телевизионных приёмников и ведеопроекторов позволяет резко повысить наглядность физического эксперимента, его эмоциональное воздействие на обучаемых.

Применение ведеопроекции при изучении курса общей физики на физическом факультете МПГУ позволило продемонстрировать ряд физических явлений, которые другими средствами не удавалось реализовать в демонстрационном эксперименте.

К числу таких демонстраций относятся: бальмеровская серия в спектре излучения водорода, линейчатые спектры излучения гелия, аргона, неона, азота; дублеты спектральных линий излучения натрия. Осуществлены демонстрации интерференционных и дифракционных эффектов в белом свете: опыт Юнга на двух щелях, интерференция света на бипризме Френеля, дифракция Френеля на круглом отверстии. Впервые поставлена демонстрация по наблюдению канавчатого спектра, интерференции света на скрещённых призме прямого зрения и бипризме Френеля.

Применение ведеопроекции позволило существенно упростить постановку демонстраций по геометрической оптике, дисперсии света, интерференции поляризованного света, наблюдению колец Ньютона, интерференции света в интерферометре Рождественского. В сочетании с методами микропроекции, стробоскопическим методом с помощью ведеопроекции удалось продемонстрировать броуновское движение, рост кристаллов, структуру дифракционной решётки, колебания ножек камертона, струны.



## **Лабораторный физический практикум в Московском государственном институте стали и сплавов**

Г.М. Ашмарин, Е.К. Наими, Д.Е. Капуткин, И.Ф. Уварова, А.Г. Шустиков

Московский Государственный Институт Стали и Сплавов (Технологический Университет)

119991, Москва, Ленинский пр., 4. E-mail: [naimi@misis.ru](mailto:naimi@misis.ru)

Основными задачами лабораторного физического практикума являются: усвоение и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях; формирование навыков самостоятельной работы с современным физическим оборудованием и приборами; развитие творческого подхода к выполняемой работе.

Лабораторный физический практикум в Московском государственном институте стали и сплавов (МИСиС) представлен тремя разделами: I – Механика, Молекулярная физика и термодинамика; II – Электромагнетизм. Колебания и волны; III – Оптика. Атомная физика. Изучение каждого раздела рассчитано на один учебный семестр и включает в себя выполнение 6-10 лабораторных работ в зависимости от специальности студентов. Большинство работ поставлено на базе типового оборудования, изготавливаемого РНПО "Росучприбор". Отдельные лабораторные установки изготовлены Производственными учебными мастерскими МИСиС.

Выполнение лабораторной работы каждым студентом осуществляется самостоятельно по индивидуальному заданию, в котором предусмотрены элементы проблемного обучения за счет введения различных нестандартных ситуаций, решение которых требует углубленных знаний предмета. Обработка результатов измерений, включая представление графического материала, предусматривает использование стандартных алгоритмических программ, реализуемых на персональных компьютерах, установленных в специализированном классе.

Защита лабораторных работ проводится в устной беседе с преподавателем по специально разработанной системе контрольных вопросов и задач по всем изучаемым темам. Опыт использования такого подхода показал его преимущества по сравнению с традиционными методами и позволил качественно повысить уровень подготовки студентов к предстоящей сдаче экзамена по физике.

## Развитие лабораторного практикума по физике в СПбГТУ

М.П. Коробков, С.Б. Михрин, К.Ф. Штельмах

Санкт-Петербургский государственный технический университет

195251 Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: mikhrin@tuexph.stu.neva.ru

Превращение большинства технических вузов в университеты явилось причиной большого разнообразия требований к общим курсам, включая и курс общей физики. В нашем университете это, с одной стороны, привело к исключению лабораторного практикума по физике на некоторых факультетах, а, с другой стороны, дало возможность предложить на факультетах физической специализации новый лабораторный практикум. Новизна этого практикума заключается в погружении студентов с самого первого семестра обучения в современную экспериментальную среду, что реализуется организацией легко модифицируемых рабочих мест, использованием современного стандартного измерительного оборудования, широким применением компьютерных технологий в эксперименте, а также значительным увеличением доли работы студентов по выбору методики эксперимента, его планированию и анализу результатов.

Кроме решения общих задач учебного процесса, практикум позволит научить студентов:

1. планировать эксперимент, самостоятельно выбирать методику измерений;
2. собирать из стандартных узлов и настраивать экспериментальные установки;
3. работать с компьютерными системами сбора и обработки экспериментальных данных;
4. использовать при анализе результатов эксперимента универсальные программные пакеты, такие как Microcal Origin, MathCAD.

Планируемая продолжительность каждого лабораторного занятия будет составлять 6 аудиторных часов. Дополнительно к лабораторным работам по курсу общей физики, наличие широкого набора универсальных блоков и программного обеспечения дает возможность в рамках нового практикума организовать занятия по специальным разделам физики для старших курсов других специальностей (лаборатория по физике твердого тела, лаборатория физических методов экологии и т.п.)

Работа проводится при поддержке Швейцарского национального научного фонда (проект SNSF 71H 62585).

## **Особенности проведения многоуровневого физического практикума в аспекте формирования профессиональной коммуникативности студентов**

А.И. Авдеев

Казанский государственный технический университет

Н.Д. Колетвинова

Казанский государственный педагогический университет

В современных условиях подготовки специалиста занятия по физическому практикуму открывают достаточные возможности для развития профессионально ориентированных умений и навыков студентов. Этому способствует проведение многоуровневого физического практикума, который позволяет поэтапно, поэлементно отработать профессиональные умения. На начальном уровне студенты учатся пользоваться приборами, учатся проводить эксперимент и математическую обработку результатов. Эта работа не носит творческий характер и не включает в себя интеллектуальное общение профессиональной направленности. Следующий уровень физического практикума направлен на выявление различных закономерностей, выражение их в виде графиков. Он требует от студентов творчества, правильного, четкого, логически последовательного речевого оформления своих действий. Поэтому формирование профессиональной коммуникативности на данном уровне требует реализации интеграционных связей физики с русским языком и профессиональной риторикой, т.к. требует от студентов владения общей и специализированной терминологией, использования специальных речевых конструкций. Наибольшие трудности у студентов вызывает третий уровень практикума - самостоятельная разработка методики проведения физического эксперимента. Этот уровень может быть рассмотрен на примере определения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли. Он в большей степени приближен к профессиональной деятельности студентов. Предлагается разработать два способа определения горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли. Этот уровень условно можно разделить на две части: нахождение указанных способов и выбор адекватного речевого оформления для производимых действий, требующего определенного функционального стиля, необходимого для обслуживания учебно-профессиональной сферы общения. Такой подход позволяет более эффективно решать проблему подготовки будущих специалистов в вузе, т.к., как известно, любая наука имеет свои практические сферы применения с необходимым речевым оформлением.

## Идеализированный эксперимент – основа для новых концепций в физике

Г.М. Трунов

Пермский государственный технический университет

614600, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29а, ПГТУ. E-mail: plazma@pi.ccl.ru

В работе показано, что можно исключить из основных характеристик объектов макромира понятие инертной массы, так как для описания инертных свойств макротел достаточно понятия гравитационной массы тела.

Основанием для этого служат следующие идеализированные эксперименты:

1. Возьмем произвольное тело из однородного вещества, определим его объем  $V$ , гравитационную массу  $m_g$  (с помощью пружинных весов) подсчитаем количество атомов вещества  $N$  в теле и, считая гравитационную массу тела аддитивной величиной, определим массу атома этого вещества  $m_0 = m_g / N$ .
2. Определим плотность этого тела:  $\rho = m_g / V = m_0 n$ , где  $n = N / V$  – концентрация.
3. Расположим данное тело на горизонтальной поверхности. Трение между телом и поверхностью отсутствует. Силой  $\vec{F}$  будем воздействовать в горизонтальном направлении на это тело, а затем и на тела, выполненные из этого же однородного вещества, но имеющие различные объемы –  $2V, 3V, 2V$ . Тела под действием силы  $\vec{F}$  будут приобретать, соответственно, ускорения  $a_1, a_2, a_3, a_4$ .
4. Будем воздействовать силой  $\vec{F}$  на тела, имеющие одинаковый объем  $V$ , но выполненные из однородных различных веществ, имеющих различную плотность –  $\rho, 2\rho, 3\rho, 4\rho$ . Тела будут приобретать, соответственно, ускорения  $a_1, a_2, a_3, a_4$ . Следовательно, можно придти к следующей трактовке второго закона движения Ньютона: тело, выполненное из однородного вещества, под действием силы приобретает ускорение, величина которого прямо пропорциональна силе и обратно пропорционально произведению плотности вещества и объема тела:  $a = \vec{F} / m_0 n V$ . Следовательно, инерционные свойства однородного макротела определяется следующими физическими характеристиками тела: объемом, концентрацией структурных элементов, из которых состоит макротело, и массой этого структурного элемента. При этом масса структурного элемента (масса атома или молекулы), определяемая в соответствии с операцией 1, является гравитационной массой.



## **Индивидуализация и дифференциация процесса обучения на занятиях физического практикума**

Ю.А. Завьялова, О.М. Дружинина, Л.В. Жигарева

Тюменский госуниверситет. 625003 Тюмень, ул. Семакова, д.10. [vebor@utmn.ru](mailto:vebor@utmn.ru).

Одной из важных проблем современной высшей школы является развитие методов индивидуальной работы со студентами. Индивидуальный подход один из эффективных методических приемов процесса обучения. Результатом является рост продуктивности учебной деятельности и более плодотворное формирование личности студента. Важной проблемой при индивидуальном подходе к проведению лабораторного практикума является то, что индивидуализацию обучения связывают, чаще всего, с повышением уровня знаний слабоуспевающими студентами. И с этой точки зрения возможности такого подхода неоспоримы. Они позволяют подтянуть уровень подготовки таких студентов до средних показателей. С нашей точки зрения, традиционная форма организации отчета о выполнении лабораторной работы должна опираться на устный ответ студента. Причем, использование вопросительных слов типа: «кто», «что», «сколько», «какой» и т. п., требующих лишь воспроизведения заученного теоретического материала, целесообразно использовать лишь на начальном этапе организации лабораторного практикума, в период адаптации студентов первого курса. Постепенно следует активизировать мыслительную деятельность студентов путем моделирования проблемных ситуаций, ситуаций интеллектуального затруднения. В этом случае перед ними ставятся вопросы, рассчитанные на рассуждение: «чем объяснить», «как доказать», «какой можно сделать вывод», «в чем причина», требующие поиска неизвестного путем использования имеющихся теоретических и практических знаний. Такой подход оживляет и развивает интерес студентов к расширению познаний в той или иной области физики.

Положительные результаты дает использование дифференцированного подхода в ходе занятий физического практикума. Сильным студентам задается цель эксперимента, формулируется гипотеза исследования. План работы, методика ее выполнения, способ обработки результатов и проверку их на достоверность они осуществляют самостоятельно. Преподаватель выступает только в роли консультанта. Слабые студенты все этапы экспериментальной работы обсуждают с преподавателем и выполняют их под контролем инженера или лаборанта. Как показывает наш опыт, от занятия к занятию повышается степень самостоятельности обучаемых, т.к. большинство операций экспериментальной деятельности доводится до навыка.

## Практикум по молекулярной физике. В чём причина высокой активности студентов?

А.С. Золкин

Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 2, Новосибирск-90, 630090,

[zolkin@phys.nsu.ru](mailto:zolkin@phys.nsu.ru)

Студенты второго семестра выполняют 9 лабораторных работ и одну курсовую работу. Работы: Броуновское движение, теплоёмкость веществ, вязкость газов и жидкостей, измерение средней длины свободного пробега атомов, определение теплоты испарения азота, измерение времени колебательной релаксации углекислого газа, фазовый переход фреона, поверхностное натяжение жидкостей связаны с теоретическим курсом. Работы: измерение скорости ударных волн в газах, методы получения и измерения вакуума, тепловые шумы в проводниках и некоторые другие расширяют представление студентов о физических явлениях (См. <http://psj.nsu.ru>). Основная идея, заложенная основателями практикума и реализованная на практикуме, – это максимальное приближение деятельности студента к обстановке в научной лаборатории. Большинство преподавателей – это активно работающие научные сотрудники исследовательских институтов. Они принимают участие и в развитии практикума. Один преподаватель работает с 5-6 студентами. На практикуме наблюдается высокая творческая активность студентов, которая проявляется в стремлении студентов глубже разобраться в объекте и методике его исследования. Наиболее полно активность видна на семинарах, где студенты сообщают о результатах своих научно-исследовательских работ. Первого марта студентам читается лекция о технологии выполнения курсовых работ, а преподаватели систематически беседуют со студентами о возможных темах. Цель – дать возможность студентам выбрать работу по интересам и по силам. Студенты понимают, что предстоит серьёзная работа, включающая многие ещё неизвестные приёмы научной работы. Это настраивает на серьёзное отношение к выполнению лабораторных работ. Появляется фактор ответственности за предстоящее выступление перед товарищами по группе. Ещё одна сильная мотивация - лучшие работы рекомендуют на студенческую конференцию по молекулярной физике, которая традиционно проходит в конце сентября <http://psj.nsu.ru>. Студентам дана возможность доработать свой труд и представить его в лучшем виде. Таким образом, курс изучения экспериментальной физики у студента завершается аналогично научной работе в исследовательской лаборатории – выступлением на конференции. В докладе представлены варианты новых описаний лабораторных работ за 2002 год, темы и научные отчёты студентов по курсовым работам с фильмами на CD.

## «Живые» графики на лекциях

В.А. Стародубцев

Томский политехнический университет

Факультет естественных наук и математики

Россия, 634004, Томск, пр. Ленина, 30. E-mail: [starslava@mail.ru](mailto:starslava@mail.ru)

Компьютерный практикум моделирования процессов движения [1,2] адаптирован для показа на лекциях «живых» графиков. Они программно отличаются от компьютерных работ тем, что число варьируемых параметров вычислительного эксперимента сокращается до одного – двух, а графическое предъявление результатов моделирования учитывает эргономические требования визуального восприятия информации. Требования касаются [3]: разборчивости шрифтов обозначений и надписей, отсутствия агрессивных полей и неприятных ощущений при динамическом воспроизводстве графических материалов, правильного расположения информации в поле восприятия, отсутствия цветового дискомфорта, оптимизации яркости графиков по отношению к фону, отсутствию засорения мелкими деталями поля главного объекта и т.д. Для сопровождения курсов физики и концепций современного естествознания нами используются динамические представления эффектов Комптона и Доплера, полей точечных зарядов, фрактальных множеств, бифуркационных процессов, фазовых портретов нелинейных колебаний, распределений Планка, Максвелла, Гаусса, движения заряженной частицы в кулоновском и нецентральных полях, в наложенных магнитном и электрическом полях. Унифицированный и дружелюбный интерфейс позволяет изменить параметры моделирования «в одно касание», что важно для сокращения потерь лекционного времени на вспомогательные операции. Комплект «живых» графиков естественно вписывается в электронный конспект лекции - презентации учебного материала.

### Литература

1. Стародубцев В.А., Малютин В.М., Чернов И.П. Методические аспекты использования ПК IBM и Macintosh при постановке вычислительных экспериментов в физическом практикуме //Известия вузов. Физика. - 1996.- №7.-С.82-86.
2. Стародубцев В.А. Компьютерное сопровождение курса Концепции современного естествознания: Практикум. - Томск: Изд. ТПУ, 1997. – 80 с.
3. Руководство по оценке методических параметров программного средства учебного назначения.// Компьютерные учебные программы. -2001.-№1(24).-С.57-67.

## Лекционный эксперимент в курсе физики ВолгГАСА

А.В. Шильников, Л.И. Черкасова, Л.В. Жога

Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия

400074, Волгоград, ул. Академическая 1, ВолгГАСА, [postmaster@ygasu.ru](mailto:postmaster@ygasu.ru)

В экспериментальном курсе физики демонстрации – неотъемлемая, органическая его часть. На кафедре физики ВолгГАСА используется 161 демонстрация по всем разделам физики, среди которых есть оригинальные, защищенные авторскими свидетельствами. Например, волновая машина, дающая возможность наблюдать отражение волн и возникновение стоячих волн или установка, позволяющая демонстрировать магнитные свойства парамагнетиков, диамагнетиков и ферромагнетиков [1]. Для отдельных лекционных демонстраций созданы видео и электронные версии, которые используются, в частности, и как видеозадачи на практических занятиях. Для демонстрации явлений, требующих особых технических условий, например, низких температур для явления сверхпроводимости, используются электронные средства: видеоустановки и персональный компьютер (ПК), которые позволяют визуально наблюдать эксперимент. Помимо этого с экспериментальными лекционными демонстрациями используются модельные компьютерные демонстрации из программы «Виртуальная физика» в среде Stratum, разработанной Пермским политехническим институтом. Они помогают более детально раскрыть демонстрируемое явление, что сложно и длительно сделать в реальном эксперименте. Например, после демонстрации силовых линий электростатического поля на султанчиках, заряженных от электрофорной машины, показывается модель электростатического поля, в которой можно показать, как изменяется распределение напряженности и потенциала при изменении формы и взаимного расположения зарядов.

Модельные демонстрации дают студентам возможность глубже понять математические закономерности, описывающие явления, проследить влияние изменения отдельных параметров на количественные характеристики рассматриваемого явления. Таким образом, модельные демонстрации не заменяют “живых” демонстраций, а расширяют и детализируют их. Сочетание “живой” и модельной демонстраций всегда вызывает у студентов активный интерес, побуждает к обсуждению рассматриваемого явления и как следствие, приводит к повышению интереса и улучшению успеваемости.

1. Шильников А.В., Жога Л.В. // Физическое образование в ВУЗах, 1997, т.3, №4, с. 59-64.

## **Самоподготовка студентов к лабораторным занятиям по физике при дистанционном обучении**

Х.З. Усток, В.М. Андреевский, В.А. Жачкин, П.И. Жидкин, И.Г. Иванова

Московский институт коммунального хозяйства и строительства (МИКХиС)

Москва, ул. Средне-Калитниковская, 30.

Московский Институт коммунального хозяйства и строительства уже 70 лет специализируется на обучении студентов без отрыва от производства. Последние два десятилетия в Институте имеются все формы обучения, включая и экстернат. Кафедра физики, разрабатывающая методики преподавания для разных форм образования, понимает, насколько сегодня важна отлаженная методика с соответствующим учебно-методическим обеспечением для дистанционного обучения. В результате складывающихся рыночных отношений в стране ухудшилась школьная подготовка абитуриентов; студенты, обучающиеся без отрыва от производства, больше заняты на рабочих местах; большинство из них лишились права на учебный отпуск. Сложившееся положение отрицательно сказывается на аудиторных и лабораторных занятиях, уменьшает время общения студентов с преподавателем. Мы решили своей методикой, учитывая создавшуюся ситуацию, оказать студенту, обучающемуся без отрыва от производства, помощь в организации самоподготовки.

Наша методика управления преподавателем самоподготовкой студентов-заочников и экстернов заключается, главным образом, в следующем:

Традиционно студенту перед занятием определялись работы, которые он должен подготовить к выполнению. Эти работы в основном определялись техническими возможностями кафедры, иногда даже в ущерб логической структуре соответствующей части курса физики. Из существующего на кафедре набора лабораторных работ (около 60) нами были подобраны и систематизированы лабораторные работы в десять маршрутов. Количество работ каждого маршрута определяется формой обучения. Номера маршрутов определяются по шифру студента или экстерна, как это делается при определении номеров контрольных заданий. В результате студент с самого начала изучения физики имеет перечень всех лабораторных работ, которые ему предстоит выполнить.

Описания лабораторных работ составлены на кафедре с учетом формы дистанционного обучения. В описаниях имеются методические указания к организации самоподготовки к лабораторным занятиям. В них определен объем теоретического материала, необходимого для проведения лабораторного практикума, даны тесты для допуска к выполнению эксперимента и вопросы для сдачи лабораторной работы. Даны рекомендации по обработке результатов измерений и составлению отчета.

Методика помогает студентам и экстернам работать с учебной литературой, установить связь между теорией и экспериментом, приблизить лабораторную работу к модели современного физического эксперимента. Она позволяет сделать значительную часть работы, предназначенную для выполнения в учебной лаборатории, в домашних условиях. Методика меняет и функции преподавателя: функцию непосредственной передачи знаний студенту меняет на функцию передачи методов познания.

## **Лабораторный практикум по физике для студентов естественнонаучных направлений и специальностей**

В.Е. Борисенко, В.М. Дерябин, А.И. Сапожников, В.И. Семихин

Тюменский государственный университет, 625003, Тюмень, ул. Семакова, 10,

E-mail: [vebor@sibtel.ru](mailto:vebor@sibtel.ru)

Нами подготовлен лабораторный практикум, рекомендованный Минвузом РФ в качестве учебного пособия для студентов естественнонаучных направлений и специальностей высших учебных заведений.

В практикуме изложены рекомендации по организации и методике ведения лабораторного практикума, сформулированы основные умения и навыки, которыми должен овладеть студент, требования к ведению лабораторного журнала, оформлению отчета, технике безопасности. Изложены основы математической обработки результатов измерений, правила оформления таблиц и графиков. Отдельная глава посвящена измерительному практикуму. Наряду с работами, в которых используются серийные приборы, в практикум включены оригинальные лабораторные установки, разработанные авторами.

Поскольку выполнение большинства работ предшествует изложению лекционного материала, методические указания к лабораторным работам автономны и содержат тот минимум теоретического материала, который необходим для самостоятельного изучения и понимания сущности физического явления, положенного в основу лабораторной работы.

Лабораторный практикум по физике является органической частью комплекта научно-методических разработок кафедры химической физики для студентов естественнонаучных специальностей университетов. Он включает в себя:

1. Курс «Физика», рекомендованный Минвузом РФ в качестве учебника для студентов вузов естественнонаучных направлений и специальностей.

2. Лабораторный практикум по физике.
3. Опорный программированный конспект учебника «Физика».

Научно-методические разработки кафедры апробированы в учебном процессе в различных вузах Российской Федерации.

## **Технические средства обучения в лекционном курсе физики Санкт-Петербургского ГМТУ**

Р.Х. Бекашев

СПбГМТУ. 1900008, Лоцманская ул., дом 3. [kfi@smtu.ru](mailto:kfi@smtu.ru)

В течение ряда лет в Санкт-Петербургском Государственном Морском Техническом университете в процессе преподавания курса общей физики, используются технические средства обучения (ТСО). Применение ТСО в зависимости от специфики обучения студентов различных специальностей и курсов происходит в основном в трёх направлениях:

- демонстрация опытов по различным разделам физики на лекциях, читаемых студентам всех курсов (механика, молекулярная физика, колебания и волны, оптика, физика твёрдого тела),

- освоение методики использования ТСО студентами, обучающимися по специальности «Физика»,

- демонстрация отдельных опытов для студентов среднетехнического факультета.

В лекциях курса физики ТСО или лекционные демонстрации – не дополнение к словесному изложению курса, а его неотъемлемая, органическая часть. В методическом отношении лекционные демонстрации делают всякое явление более ясным для слушателей, чем словесное его описание, и содействуют более лёгкому усвоению и запоминанию фактов.

Для преподавателей, ведущих курс общей физики, разработаны методические указания по применению ТСО на лекциях. Указания содержат описания более 50 лекционных опытов по различным разделам физики, и помимо рассмотрения физического явления включают рекомендации по методике и технике лекционного эксперимента с указанием конкретных значений выставляемых параметров. ТСО включают в себя как установки заводского выпуска, так и собранные силами сотрудников кафедры. Опыты на лекциях проводит квалифицированный демонстратор. Некоторые из установок, кроме того, могут быть использованы и в лабораторном практикуме.

Программа обучения студентов по специальности «Физика» включает в себя теоретический курс по методике лекционных демонстраций, а также лабораторные работы по применению ТСО в педагогической деятельности. Выпускникам кафедры по этой специальности впоследствии присваивается квалификация «Преподаватель физики», поэтому освоение методики применения ТСО для них является весьма важным. Эти студенты выполняют также т.н. семестровую работу, целью которой является разработка новой лекционной демонстрации. Однако при этом учитывается, что изготовление такой демонстрации не должно быть сопряжено с особыми трудностями и она, как правило, бывает более упрощенной, чем уже присутствующие.

Для сотрудников Среднетехнического факультета, обучающихся по программе 10 – 11 классов общеобразовательной школы, опыты демонстрируются лишь выборочно, по отдельным разделам школьной программы. Как правило, это опыты, демонстрирующие справедливость основных законов физики, ясные и легко воспринимаемые школьниками. При этом правильно выбранная и хорошо поставленная демонстрация повышает интерес слушателей, действуя не только на их умственную, но и на эмоциональную деятельность, на их воображение. Этому также способствует демонстрация различных плакатов и видеофильмов по физике. Студентам среднетехнического факультета также демонстрируются видеофильмы по близкой к физике по изучаемым явлениям природы науке – астрономии. Изучение курса астрономии завершается экскурсией в Главную Астрономическую обсерваторию РАН.

## **Совершенствование средств обучения для современного физического практикума**

А.В. Ельцов, М.Е. Ларина, С.В. Мурзин, Д.В. Привалов, В.А. Степанов,  
В.В. Трегулов

Рязанский государственный педагогический университет

390000, Рязань ул. Свободы 46, кафедра физики, [sva@ftc.ryazan.ru](mailto:sva@ftc.ryazan.ru)

Сегодня оборудование учебного кабинета должно полностью удовлетворять тем педагогическим требованиям, которые позволят реализовать идею личностно ориентированного образования. Сохраняя все хорошее, проверенное опытом, рациональное и эффективное, независимо от времени его создания, должны появиться новые современные



средства обучения, развивающие и обогащающие методическую науку и педагогическую практику, которые будут по-новому организовывать, и направлять восприятие учащихся, объективировать содержание, выполнять функции источника и меры учебной информации в их единстве, стимулировать познавательные интересы учащихся, создавать при определенных условиях повышенное эмоциональное отношение учащихся к учебной работе. Для этих целей на нашей кафедре разработаны и созданы экспериментальные образцы индивидуальных рабочих столов учащихся, которыми могут быть оснащены современные кабинеты физики. Дизайн и конструкция данного образца предусматривает ряд специальных возможностей, позволяющих использовать его для более успешного осуществления школьного, вариативного эксперимента совместно с персональным компьютером. Разработан и создан экспериментальный образец модульного блока приборов, необходимого для проведения большинства лабораторных работ по физике. Данный блок многофункционален, так как может быть укомплектован различными приборами по желанию учителя. Каждый из разработанных съемных элементов взаимозаменяем и может располагаться в любом месте рассматриваемого блока. В стандартной комплектации блок содержит источники питания, аналоговые и цифровые амперметры и вольтметры, генератор синусоидальных колебаний, таймер и устройство сопряжения с компьютером, позволяющего осуществить автоматизацию некоторых, наиболее сложных физических экспериментов. В дополнение к реальным физическим экспериментам разработаны обучающие программы, которые средствами компьютерной анимации раскрывают динамику и механизм протекания сложных для восприятия физических процессов. Данные средства позволяют расширить спектр проводимых лабораторных работ по основным разделам школьного курса физики и сделать их вариативными, экономят время на подготовку и смену необходимого оборудования, обуславливают их применение, как для классов различной специализации, так и для уровневой дифференциации внутри одного класса.

## **Профессиональная ориентация в лабораторных работах по общей физике для студентов МГУПБ**

К.В. Показеев, Л.М. Коренкова, Ю.П. Куркин, Г.В. Козлова

Московский государственный университет прикладной биотехнологии (МГУПБ)

109316, Москва, ул. Талалихина, 33, E-mail [sea@phys.msu.su](mailto:sea@phys.msu.su)

В МГУПБ обучение студентов ведется на 9 факультетах: прикладной биотехники, прикладной технологии, пищевой технологии, холодильной техники и технологии, автоматизации биосистем, ветеринарно-санитарном, инженерно-экономическом, безотрывного обучения и гуманитарном факультетах. Физика преподается студентам 1-го и 2-го курсов всех факультетов в соответствии с требованиями государственных стандартов для соответствующих специальностей. При этом существуют отличия, как по объему часов, так и по структуре рабочих программ по физике для различных факультетов и специальностей. Информационная и смысловая насыщенность курса общей физики для технических вузов создаёт объективные трудности его усвоения в отведенное ограниченное учебное время. Чтобы усилить мотивацию к изучению физики студентами нашего вуза, мы используем примеры, связанные с их будущей специальностью, как на лекциях, так и на семинарских и практических занятиях, а также в цикле лабораторных работ практикума по общей физике.

Так, для студентов, обучающихся по специальностям, связанным с переработкой сырья и продуктов животного происхождения, в разделе "Молекулярная физика" нами ставятся лабораторные работы по измерению: 1) коэффициента динамической вязкости растительных масел методом Стокса; 2) коэффициента динамической вязкости воздуха и пародымовой смеси (применяемой при копчении колбас) методом Пуазейля; 3) коэффициента поверхностного натяжения молока различной жирности (метод отрыва кольца). В разделе "Электричество" мы предлагаем нашим студентам работы по: 1) определению относительной диэлектрической проницаемости растительных масел мостовым методом; 2) градуировке термопар, применяемых в ветеринарии и в технологических циклах.

В разделе "Оптика" мы даем лабораторную работу по определению концентрации лактозы (молочного сахара) в растворах поляризационным методом.

Используемые нами примеры по профилю прикладной биотехнологии придают профессиональную ориентацию курсу общей физики. В то же время они подчеркивают универсальность физического знания, как с научной, так и с методологической точки зрения, доказывают необходимость фундаментального физического образования в отраслевом вузе.

## Лабораторные комплексы НТЦ ВЛАДИС в физпрактикуме университета

Ю.И. Авксентьев, С.Д. Антипов, Д.В. Белов, А.Е. Богданов, С.Н. Горшков,  
А.К. Куприянов, Ю.А. Овченкова, Т.Л. Овчинникова, Ю.Ф. Попов,  
Е.П. Свирина, В.В. Суриков

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, 119992, ГСП-2, Москва,  
Ленинские горы, МГУ, Физический факультет, тел 939-20-03. e-mail: elya.shnuidshtein@mtu-net.ru

С 1999 г. наша кафедра применяет в физическом практикуме лабораторные комплексы Научно-технического центра "Владис" по курсам электричества, молекулярной физики и квантовой физики (серии ЛКЭ, ЛКТ и ЛКК). При высоком качестве воспроизведения экспериментов, поставляемое методическое сопровождение комплексов является весьма кратким. Оно предназначено для преподавателей и сотрудников кафедр и не может непосредственно применяться при проведении занятий. Имеющиеся описания установок и экспериментов необходимо дополнить теоретическими разделами, указаниями по определению погрешностей и их анализом, контрольными вопросами, более детальными указаниями по работе студента на установке. На сегодня нами подготовлены и изданы комплексные описания следующих работ:

1. Определение вязкости воздуха.
2. Определение коэффициента теплопроводности воздуха
3. Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении
4. Электромагнитная индукция. Вихревое электрическое поле
5. Изучение работы катодного осциллографа
6. Измерение диэлектрической проницаемости
7. Изучение спектров испускания атомов
8. Усилитель напряжения на транзисторе
9. Электропроводность металлов в диапазоне температур
10. Определение работы выхода электронов по термоэмиссии
11. Измерение температурной зависимости скорости звука в воздухе

С учетом широкого применения указанных комплексов в вузах России, подготовленные описания могут быть полезны многим кафедрам физики.

## Экологический практикум в современном физическом образовании

А.Г. Муравьев

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+» (Санкт-Петербург)

Актуальные вопросы рассмотрения и решения экологических проблем имеют полипредметное значение. Ряд параметров состояния окружающей среды специалисты относят к экологически значимым физическим и физико-химическим параметрам, подлежащим практической оценке (приведены в таблице). Указанные параметры давно определяются при решении задач экологического, санитарного и технологического контроля с помощью приборов, доступных на Российском рынке. Измерение экологически значимых параметров в физическом практикуме усиливает практическую направленность образования.

Показатель	Ед. изм./диапазон	ТИП ПРИБОРА
Вибрация	Дб; Гц	Шумовиброинтегратор
Акустический шум	Дб; Гц	Шумовиброинтегратор
Яркость	Лк	Люксметр/ яркомер
Электромагнитные (СВЧ) излучения		800 МГц – 2,5 ГГц
Чувств. 1 мкВт/см <sup>2</sup>	ЭМИ-датчики и приборы	
Электростатический потенциал	кВ	Киловольтметр
Скорость и направление ветра	м/с	Анемометр
Температура	°С	Термометр
Влажность отн.	%	Психрометр
Давление атм.	Бар (мм рт. ст.)	Барометр
Концентрация аэроионов	ед. заряда/м <sup>3</sup>	Счетчики аэроионов
Концентрация химических компонентов в окружающей среде (загрязнения и фон) мг/л (вода), мг/м <sup>3</sup> (воздух), мг/кг (почва)		Средства экспресс-контроля, лабораторных и полевых анализов
Мощность дозы гамма-излучения мР/час		Радиометры

Суммарная доза проникающей радиации		Рентген
Радиодозиметр		
Уровень альфа-излучения	мр/час	альфа-Радиометр/
радономер		
Уровень бета-излучения	мр/час	бета-Радиометр

Контактная информация:

НПО ЗАО «Крисмас+»

Тел./факс: (812)325-34-79, 162-55-43, 162-54-07, 112-44-05.

E-mail: [info@christmas-plus.ru](mailto:info@christmas-plus.ru), <http://www.christmas-plus.ru>

## **Возможности и перспективы фронтального физического лабораторного практикума**

П.А. Головинский

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

394006, Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, [golovinski@vgasa.voronezh.su](mailto:golovinski@vgasa.voronezh.su)

При организации и проведении физического практикума возникает некоторое неизбежное противоречие между ожидаемым результатом, который в той или иной мере достижим при индивидуальном обучении, и неизбежным компромиссом, реализуемым при групповом обучении. Экономические ограничения не позволяют надеяться на реализацию индивидуального обучения на стадии общего физического лабораторного практикума. Фронтальный метод привлекает к себе внимание как одна из возможностей обеспечить выполнение следующих важных требований:

1. При фронтальном выполнении лабораторных работ экспериментальные вопросы рассматриваются в тесном сочетании с лекционным материалом и задачами, разбираемыми на практических занятиях.
2. Преподаватель имеет время, чтобы пояснить студентам особенности наблюдаемых явлений, ряд тонкостей измерений и обсудить получаемые результаты и выводы, в то время как при выполнении студентами разрозненных работ это часто невозможно.
3. Лабораторное оборудование унифицировано, взаимозаменяемо и отличается только значениями параметров.

Фронтальный лабораторный физический практикум реализован в Воронежском государственном архитектурно-строительном университете и обеспечен установками,

стендами и учебными пособиями [1] по всему циклу работ. Он может быть легко дополнен компьютерным моделированием особо сложных или опасных физических процессов.

К трудностям фронтального лабораторного физического практикума следует отнести необходимость оснащения лабораторий большим количеством однотипных установок. Их качественное изготовление требует заводских условий и значительных финансовых затрат.

### Литература

1. Практикум по физике / Под ред. Головинского П.А., Бухмана С.В. Воронеж, ВГАСА, 2000.

## Лабораторный комплекс для изучения физических свойств жидкостей

Е.П. Тетерин, И.Е. Тарасов, Д.С. Потехин

Ковровская государственная технологическая академия, 601910 г. Ковров, Владимирской обл., ул. Маяковского, 19, КГТА, кафедра физики. E-mail: [tile@kc.ru](mailto:tile@kc.ru)

Изучению свойств жидкостей в физическом практикуме уделяется достаточное внимание. Однако анализ публикаций и рекламных проспектов по этому направлению показывает, что предлагаемые методические и технические решения лабораторных установок не в полной мере отражают современный уровень, достигнутый в области измерительной техники. Этот недостаток особо остро ощущается в специальных физических практикумах таких дисциплин, как «Физические свойства рабочих жидкостей», «Физические основы получения информации» и т.п., в задачу которых входит не только изучение физических свойств жидкостей, но и ознакомление с современным уровнем методического и технического обеспечения эксперимента. Предлагаемый лабораторный комплекс конструктивно оформлен в виде единой лабораторной установки, позволяющей проводить определение скорости распространения, коэффициента поглощения и стоковского коэффициента поглощения ультразвука, плотности, динамического коэффициента сдвиговой вязкости, кинематической вязкости, коэффициента объемной вязкости, коэффициента адиабатической сжимаемости, коэффициента объемного теплового расширения жидкости, теплоемкость при постоянном давлении и коэффициента температуропроводности в диапазоне температур (10-100)°С при атмосферном давлении. Структурно лабораторный комплекс состоит из трех систем: интерферометра переменной базы с непрерывно

движущимся в кольцевом зазоре жидкости рефлектором, электронной системы формирования и регистрации акустического сигнала и системы термостатирования и измерения температуры исследуемой жидкости, совмещенной с интерферометром. Сбор, обработка и хранение информации, а также управление измерительными циклами осуществляется ЭВМ с соответствующим программным обеспечением. Результаты определения параметров представляются в виде таблиц и графиков зависимостей от температуры в задаваемом температурном диапазоне. Измерительный процесс демонстрируется на дисплее в режиме реального времени. Лабораторный комплекс может осуществлять одновременное определение перечисленных параметров при задаваемой температуре, демонстрируя тем самым методику комплексного определения физических параметров жидкостей.

## **Формирование системного мышления через физический практикум**

Я.Д. Лебедев, К.Б. Малышев, В.В. Сафонов

Вологодский государственный технический университет

Одной из форм учебного процесса по физике является лабораторный практикум, который в обязательном порядке содержит информацию. Как целое, информация в учебном процессе также движется по своим законам. В своём движении она проходит через отражение, регулирование и реализацию. Естественно, для её движения необходимы условия, направленность, критерии и механизмы. При этом движение информации контролируется ведущим противоречием (репродуктивное/продуктивное).

Движение информации связано с психическими функциями – внимание, память, восприятие, мышление, эмоции, воля. Особый интерес представляет мышление, в проявлении которого не менее важны и другие психические функции. Если мышление – это аналитико-синтетическое преобразование информации, результатом которого является мысль, воплощённая в новой конструкции, то представление информации по физическому практикуму также должно учитывать «языки» мышления: предметный, образный, знаковый, символический.

Вопрос представления информации в учебном процессе является одним из важных. В первую очередь это обусловлено непрерывно возрастающим потоком информации. А

поскольку будущее поколение осваивает социальный опыт предыдущего поколения, то вопрос переработки, равно как и представления, информации весьма актуален. Не в последнюю очередь это относится и к физике.

Стремление к структурированию информации весьма явно проявляется в психологических описаниях. Большие массивы информации в знаковой (словесной) форме требуют её трансформации, для которой необходим поиск механизмов. В частности, теоретико-множественные понятия принадлежности (отражение), изоморфизм (регуляция) и гомоморфизм (реализация) дают возможность решения этой задачи. Продуктом сформированного системного мышления будут: *отношения* (отношения - смысловые единицы), *преобразования* (трансформация - смысловые классы), *отображение* (рассуждения - смысловые блоки). Наши базовые понятия отражение, регуляция, реализация сопоставляются с понятиями продуктивности трёхмерной модели интеллекта по Д. Гилфорду.

В частности, предлагается рассмотреть системное описание информации в лабораторных работах по физике твёрдого тела, в которых учитываются квантовые эффекты: явления переноса, магнитострикция.



## Секция III "Специальный физический практикум"

Рук.: Сергей Аркадьевич КОЗЛОВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)

Александр Сергеевич ЧИРЦОВ, СПб ГУ

**29 мая**

### Физический практикум «Электромагнитные явления»

Н.Б. Ковылов, Ю.П. Шараевский

Саратовский государственный университет, 410012, Саратов, Астраханская, 83

E-mail: [sharaevskyyp@info.sgu.ru](mailto:sharaevskyyp@info.sgu.ru)

Созданный на факультете нелинейных процессов СГУ физический практикум рассчитан на выполнение студентами младших курсов по индивидуальным заданиям простых и в то же время наглядных экспериментов. В их состав входит исследование явлений, описываемых фундаментальными физическими законами, причем главной целью каждого эксперимента является развитие у студентов навыков работы с приборами, правильного понимания процессов измерения и их результатов, использования современных информационных технологий. Чтобы ввести студента в мир эксперимента практикум оснащается наглядными пособиями по измерительной технике основам метрологии, взаимосвязи физических понятий с терминами теории информации и информатики.

В настоящее время практикум состоит из 8 базовых измерительных установок, снабженных сменными модулями для проведения исследований электрического поля, магнитного поля, законов электромагнитной индукции, взаимодействия вещества с полем. На каждой установке возможно выполнение от 3 до 7 различных заданий.

Методическое руководство включает постоянный теоретический раздел, а также набор описаний к базовым установкам, набор индивидуальных заданий на проведение опытов, и набор задач по теме каждого опыта, которые постоянно дополняются и обновляются по мере развития практикума. Программа семинарских занятий увязана с программами проведения экспериментов таким образом, что результаты специально подобранных или составленных задач проверяются экспериментально, что дает обучаемому системное представление об исследовательской работе. Данный практикум требует от преподавателя более высокой отдачи, постоянного участия в совершенствовании и модернизации каждой работы, более внимательного подхода к уровню подготовки каждого студента. Функционирование практикума на протяжении последних двух лет показало, что в нем более эффективно используется учебное время.

## Учебно-научная лаборатория по лазерной физике

Д.В. Абрамов, А.П. Аверин, С.М. Аракелян, В.Г. Прокошев, С.И. Шишин  
Владимирский Государственный Университет, кафедра «Физики и Прикладной Математики»,  
600000, Владимир, ул. Горького 87, ВлГУ, [laser@vpti.vladimir.su](mailto:laser@vpti.vladimir.su)

Одной из важнейших задач университетского образования является подготовка из числа студентов исследователей, способных решать не только задачи сегодняшнего дня, но и осуществлять фундаментальные исследования по проблемам, которые являются «горячими точками» современного естественнонаучного мировоззрения. На этой основе в ВлГУ организован выпуск специалистов машиностроительного профиля, способных работать в области получения фундаментальных знаний, как в традиционных направлениях науки, так и во вновь развиваемых на основе самых современных экспериментальных методов. Для обеспечения образовательного процесса в данном направлении на базе кафедры «Физики и прикладной математики» организована «Учебно-научная лаборатория по лазерной физике». В лаборатории на базе научно-исследовательских экспериментальных установок организован современный практикум:

«Мощные  $\text{CO}_2$ -лазеры» - работа основана на мощном  $\text{CO}_2$ -лазере «Байкал». В процессе обучения студенты имеют уникальную возможность получить практические навыки работы с мощными индустриальными лазерами, настройки лазера, а также ознакомиться с технологиями лазерной обработки материалов.

«Лазерная диагностика в реальном времени» - данная работа основана на экспериментальной установке лазерной диагностики лазерно-индуцированных процессов и неустойчивость (лазерном мониторе), разработанной авторским коллективом кафедры Физики и Прикладной Математики, ВлГУ. При выполнении работ студенты имеют возможность наблюдать развитие лазерно-индуцированных процессов и неустойчивостей, например смену гидродинамического течения расплава, определять их характеристики и условия инициирования, а также производят дальнейшую обработку полученных изображений поверхности с использованием компьютерных моделей.

Практикум ориентирован на студентов специальностей «Прикладная математика» и «Лазерная техника и технологии».

## Система подготовки молодых ученых в области оптики

В.Г. Беспалов, В.Н. Васильев, С.А. Козлов, Ю.Л. Колесников,

А.А. Королев, В.Г. Парфенов, Ю.А. Шполянский

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет), 19 7101, Россия, Санкт-Петербург, Саблинская 14, e-mail: korolev@phd.ifmo.ru

Смена социальных ориентиров, произошедшая в нашей стране в начале 90-ых годов, привела к беспрецедентному оттоку молодежи из науки. Несмотря на неблагоприятные факторы, со второй половины 90-ых годов в СПбГИТМО (ТУ) успешно действует и развивается адаптированная к рыночным условиям система привлечения талантливой студенческой молодежи к научным исследованиям в области оптики.

Способные к творческому поиску студенты привлекаются к решению реальных непростых научных задач уже с младших курсов. С одной стороны, к концу второго курса в вузе студенты уже овладевают всем багажом общефизических знаний и значительной частью курса высшей математики. С другой стороны, как показывает опыт, начинать приобщение их к науке на старших курсах часто поздно, так как наиболее талантливые параллельно с учебной к этому времени уже работают вне сферы образования и науки. Кроме того, поставить интересную и актуальную научную задачу, вклад в решение которой может внести студент младшего курса, способен только специалист очень высокой квалификации. Поэтому для поддержки собственной научной работы таких специалистов и стимулирования их научного руководства студентами и аспирантами в области оптики в нашем университете была создана проблемная лаборатория волновых процессов.

Студентов и аспирантов, имеющих весомые научные результаты и выступающих на международных научных конференциях, объединяет студенческая научная ассоциация «Оптика – XXI век», молодежные секции оптического общества имени Д.С. Рождественского, оптического общества Америки OSA, международного общества инженеров-оптиков SPIE и др. Особо важная роль этих объединений заключается в организации финансовой поддержки студенческой научной работы и финансирования их участия в различных научных форумах. Так за 2001 год только членами ассоциации «Оптика – XXI век» было получено свыше 30 индивидуальных международных и Российских грантов и именных стипендий общей суммой около миллиона рублей.

Важными вехами в становлении молодых ученых являются воссозданные и теперь ежегодно проводимые в Санкт-Петербурге конференции и школы молодых ученых и специалистов по оптике: «Оптика-99», «Оптика-2000», «Оптика-2001».

## Современные высокоэффективные технологии и их внедрение в лабораторный физический практикум

А.И. Бугрова, С.И. Коршаковский, М.А. Красненков

Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики

(ТУ), Москва, 117454, пр. Вернадского, д.78.

Электронная почта: [mirea@mirea.ru](mailto:mirea@mirea.ru)

На кафедре физики МИРЭА проводятся научные исследования в различных областях науки и техники с использованием современных высоких технологий и высокоэффективных композиционных материалов.

Предложенный бесконтактный метод неразрушающего контроля позволяет обнаружить дефекты в агрегатах и узлах изделий самого различного назначения в динамическом режиме работы. Технология обнаружения поверхностных и глубинных дефектов основана на создании в контролируемых зонах вихревых токов и последующем измерении вторичного магнитного поля этих токов с помощью специальных датчиков.

Научные разработки защищены авторскими свидетельствами и патентами России, представлены на международных конференциях и выставках. На их основе созданы модельные лабораторные установки, позволяющие проводить углубленные научные исследования.

На базе изучения новых технологий проводятся работы с целью внедрения научных разработок в учебный процесс, а также привлечение студентов к этому процессу.

Создана учебная лабораторная установка по изучению законов электромагнитной индукции и неразрушающего контроля элементов изделий.

В последнее время одним из десяти главных направлений разработки проблемы управляемого термоядерного синтеза является исследование физических процессов в ловушках баллонного типа. На базе проведенных научных исследований созданы учебные лабораторные работы:

- изучение движения заряженных частиц в системах с Е-Н полями;
- изучение эмиссионных характеристик инертного газа;
- зондовый метод диагностики плазмы.

## Особенности лабораторного практикума по медицинской и биологической физике в медицинском университете

А.Н. Волобуев

Самарский государственный медицинский университет, кафедра медицинской и биологической физики, 443079, Самара, а/я 1423, [volobuev@samaramail.ru](mailto:volobuev@samaramail.ru)

Физический лабораторный практикум и аудиторные демонстрации в медицинском университете имеют своей целью подготовить будущих врачей к осознанному использованию соответствующих диагностических методик, умению профессионально работать с современной диагностической и лечебной аппаратурой.

С этой целью на кафедре медицинской и биологической физики разработаны и изготовлены лабораторные и демонстрационные установки, которые дают представление студентам о физических эффектах используемых в современной медицинской аппаратуре, методах экспериментального получения и обработки физической диагностической информации, способах моделирования работы органов и тканей организма, воздействия на организм различными физическими факторами. Демонстрации осуществляются как на действующей медицинской аппаратуре, так и с помощью компьютерного показа различных биофизических процессов в организме с использованием анимационных вариантов программ.

Например, проводятся лабораторные работы по эргометрии с помощью разработанного на кафедре пальцевого эргометра, аудиометрии с использованием аудиометра оригинальной конструкции. Среди работ, моделирующих работу тканей и воздействие на них, можно отметить установки по определению зависимости импеданса модели биоткани от частоты электрического тока, исследованию импульсных токов, токового диполя, аппарата для гальванизации и др. Имеется большой комплекс работ по определению физических параметров веществ: коэффициентов вязкости, поверхностного натяжения, диффузии, модуля Юнга и т.д. Важны для будущих врачей оптические лабораторные работы на приборах, используемых в клинических лабораториях: ФЭКах, микроскопах, поляриметрах, рефрактометрах, спектроскопах и т.д. Среди демонстраций, на которые студент должен обратить особое внимание нужно отметить аудиторное прослушивание тонов Короткова, определение толщины объекта с помощью аппарата УЗИ, наблюдение эффекта Доплера в звуковом диапазоне частот, чтение текста в закрытом объеме с помощью фиброгастрокопа, компьютерную демонстрацию пространственной анимационной векторэлектрокардиографии и т.д.



## **Физический практикум по специальным разделам оптики и диагностике плазмы с удаленным доступом**

В.А. Аверченко, А.М. Зимин, С.Ю. Лабзов, А.Л. Перфильев, А.В. Федяев,  
А.В. Шумов

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Одной из важнейших составляющих подготовки студентов в техническом университете, способствующих выработке у обучаемых практических навыков, является лабораторный практикум как по общим, так и по специальным дисциплинам.

Средства, выделяемые в последние годы для развития материально-технической части университетов, явно недостаточны не только для оснащения лабораторий современными приборами и оборудованием, но и для поддержания в рабочем состоянии имеющихся экспериментальных стендов. В этих условиях с целью существенного повышения уровня практической подготовки студентов весьма актуальной для большинства вузов Российской Федерации является задача создания и последующего коллективного использования автоматизированных лабораторных практикумов с удаленным доступом (АЛП УД). В связи с постоянно расширяющимся использованием глобальной сети Интернет практически для любых учебных заведений открываются новые возможности доступа не только к лабораторным установкам ведущих университетов РФ, но и к уникальным стендам академических и отраслевых научных организаций [1].

В случае удаленного доступа имеется возможность активного участия студентов в проведении экспериментов по индивидуальным программам. Для этого в программах связи пользователя с экспериментальным стендом предусматривается проверка возможности осуществления тех режимов, которые задаются студентами. Они должны иметь возможность заранее в режиме эмуляции отработать приемы управления стендом, чтобы затем тратить значительно меньшее время на реальные опыты. Кроме того, студенты получают в свое распоряжение наглядные методические пособия, подготовленные с использованием современных Интернет-технологий.

Авторами настоящего доклада разработана интерактивная диалоговая удаленная система ИНДУС [1,2] для проведения автоматизированных лабораторных практикумов с удаленным доступом. Автоматизированный лабораторный практикум, выполненный в ней, включает в себя следующие основные подсистемы: подсистему телекоммуникаций, обучающую подсистему, подсистему тестирования, справочную подсистему, подсистему идентификации пользователя, подсистему программирования условий эксперимента, подсистему имитации эксперимента, подсистему визуализации данных эксперимента, подсистему управления, объектовую подсистему, подсистему измерения.

В системе ИНДУС авторами реализован АЛП УД по специальным разделам оптики и спектральной диагностике плазмы [3], который расположен на сервере [4] и эксплуатируется уже полутора лет. В данном практикуме подсистема телекоммуникаций размещена на Web-сервере, а работа с удаленным пользователем осуществляется в сети Internet/Intranet по протоколу TCP/IP. Web-сервер связан с управляющим компьютером локальной сетью, а обмен информацией между ними осуществляется по протоколу NetBEUI. Используемая технология оптимизирована по разделению операций между клиентским компьютером и Web-сервером, для чего ряд Java-апплетов выполняется на удаленном компьютере и, в частности, блокирует его до выполнения запрограммированного эксперимента.

Измерение электронной температуры плазменного источника излучения основано на разложении испускаемого источником плазмы излучения в спектр и исследовании зависимости интенсивности спектральных линий от длины волны. Использование метода Орнштейна позволяет по измеренным максимумам интенсивностей двух спектральных линий определить электронную температуру в разряде.

Аппаратную основу экспериментального стенда, на котором проводится лабораторный практикум, составляет спектральный прибор: монохроматор МДР-23 с дифракционной решеткой в качестве диспергирующего элемента.

Порядок проведения работы следующий. Сначала студенты должны ознакомиться с методическими материалами по практикуму, расположенными на сервере. Эти материалы тематически распределены по теории процессов («Плазма», «Излучение при термодинамическом равновесии», «Излучение в условиях локального термодинамического равновесия»), методике («Метод относительных интенсивностей») и описанию экспериментальной установки. Методические материалы, разработанные с помощью современных мультимедийных Интернет-технологий, являются наглядными, не требуют дополнительных рекомендаций по использованию, легко воспринимаются с экрана компьютера без предварительной распечатки на принтере. Рекомендуется перед переходом к практической части практикума отработать основные приемы управления параметрами стенда на встроенном тренажере, чтобы затем тратить меньше времени в реальном активном режиме управления.

Практическая часть работы начинается с прохождения удаленным пользователем теста на качество усвоения теоретических знаний и сведений об устройстве стенда. При положительном результате студент допускается к заданию индивидуальных условий эксперимента и его проведению. Интерфейс пользователя создан таким образом, что все настройки режимов работы установки и задание программы эксперимента производятся поэтапным заполнением нескольких форм. При этом система осуществляет контроль сформированной программы эксперимента на возможность его осуществления в выделенную в данном сеансе длительность для его проведения.

После проведения программированного эксперимента студент видит на экране наглядно представленные первичные результаты опыта, которые могут быть сохранены на его компьютере. Далее удаленный пользователь может воспользоваться справочными сведениями, необходимыми для получения из первичных результатов требуемых параметров плазмы. Для этого на сервере имеются соответствующие таблицы характеристик спектральных линий, формулы, график спектральной чувствительности ФЭУ и др.

### Литература

1. Зимин А.М. Автоматизированный лабораторный практикум с удаленным доступом в техническом университете // Информационные технологии, 2002, №2, с. 39-43.
2. Программный комплекс «Интерактивная диалоговая удаленная система ИНДУС для проведения лабораторных практикумов» / А.М. Зимин, В.А. Аверченко, С.Ю. Лабзов, А.Л. Перфильев, А.В. Федяев, А.В. Шумов. - Свидетельство № 2001611800 об официальной регистрации программы для ЭВМ. - Роспатент, 2002.
3. Лабораторный практикум по спектральной диагностике плазмы с удаленным доступом через Интернет / А.М. Зимин, В.А. Аверченко, С.Ю. Лабзов, А.Л. Перфильев, А.В. Федяев, А.В. Шумов // Информационные технологии, 2002, №3, с. 37-42.
4. <http://en84.power.bmstu.ru>; <http://indus.fusion.ru>.

## Специальный практикум в педагогическом вузе

А.Б. Пагубко

Хабаровский государственный педагогический университет

680000, г. Хабаровск, ул. К. Маркса, 68, E-mail: imfit@khspu.ru

Государственный образовательный стандарт 2000 по специальности 032200.00 не предусматривает обязательное включение в учебный план специального практикума по физике (СПФ). Однако во многих педагогических вузах в рамках старых программ такие практикумы проводились, играя важную роль в подготовке специалистов. СПФ, совместно со спецкурсами, формирует правильные представления о физической науке.

Новые социально-экономические условия развития общества потребовали внести изменения в практику преподавания СПФ. Необходимость корректировки обусловлена:

- 1) широким внедрением компьютерной техники, 2) ослаблением материально-технической базы из-за старения оборудования, высоких цен на новые приборы, прекращения их выпуска, 3) уменьшением числа часов выделяемых на изучение физических дисциплин, 4) получением заказов от необразовательных учреждений на подготовку специалистов, 5) участием не всех студентов в исследовательской работе по физическим проблемам.

Обновленный СПФ позволяет обеспечить достижение следующих результатов:

1. получение более глубоких знаний по физическим дисциплинам и их систематизации, осуществить интеграцию дисциплин;
2. знакомство со спецификой научного труда, освоение методик организации и проведения исследования, получение навыков работы со сложной экспериментальной техникой, формированию правильного взгляда на труд ученого;
3. отработка вопросов методики преподавания физики по учебной и внеурочной работе учителя;
4. приобретение практических навыков работы в качестве специалиста производственной или научно-производственной сферы.

Практикум состоит из двух частей: 1-й цикл (учебные лаборатории) обеспечивает достижение 1, 3 и 4 результатов; 2-й цикл (научные лаборатории) – 2 и 4 результатов.

Преимущество такого подхода к организации СПФ заключается в полном охвате студентов учебной научно-исследовательской работой соответствующей специфике кафедр, систематизации и обобщении полученных знаний, приобретении полезных в будущей деятельности умений и навыков, расширении возможностей выбора в профессиональной деятельности.



## Специальный физический практикум в Челябинском государственном университете

А.Л. Карташев

Челябинский государственный университет

454021, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129, [akart@csu.ru](mailto:akart@csu.ru)

В настоящее время кафедрой общей физики ЧелГУ осуществляется целевая подготовка специалистов по специальности «Физика», специализация «Физическая гидродинамика», для двух крупнейших российских научно-технических центров: Российского федерального ядерного центра «Всероссийский научно – исследовательский институт технической физики» (г. Снежинск) и Государственного ракетного центра «КБ им. академика В.П. Макеева» (г. Миасс). Подготовка специалистов требуемого уровня предъявляет ряд специфических требований к организации учебного процесса и его содержанию, так как выпускники кафедры придут на работу в динамично развивающиеся в научном плане организации, использующие в своей работе новейшие достижения науки и техники в соответствующей области знания.

Особое место в подготовке специалистов занимает специальный физический практикум. Основными задачами, решаемыми в рамках проведения такого практикума, являются закрепление теоретических знаний, полученных в ходе изучения специальных дисциплин в рамках рассматриваемой специализации, и выработка у студента навыков самостоятельных экспериментальных исследований.

Организация специального физического практикума осуществляется по трехуровневой схеме. Первый уровень – общий физический практикум, в рамках которого акцентируется внимание на лабораторных работах, близких по изучаемым физическим процессам к специализации «Физическая гидродинамика». Второй уровень – специальный физический практикум, проводимый в университете, включающий лабораторные работы по гидродинамике, газовой динамике, методам измерений, оптическим методам регистрации, тепло- и массообмену, физике процессов горения. Третий уровень – специальный физический практикум, проводимый на экспериментальной базе базовых предприятий, включающий работу студента на экспериментальных установках, используемых в научных исследованиях по профилю работы предприятия.

Широкое распространение на кафедре получило выполнение курсовых и дипломных работ, связанное с проведением физического эксперимента, что является неотъемлемой частью современного физического образования.

## **Специальный физический практикум для студентов нефтегазовых и геологоразведочных специальностей**

А.А. Латышев, В.О. Некучаев

Ухтинский государственный университет

169300 г.Ухта. ул.Первомайская,13: nekouch@uui.sever.ru

На предыдущих конференциях «Современный физический практикум» (IV - 1997 г., VI - 2000 г.) авторы приводили примеры сотрудничества кафедры физики Ухтинского технического университета и НИИ «СеверНИПИГАЗ» (филиал ВНИИГАЗ) в области ознакомления студентов нефтегазопромысловых и геологоразведочных специальностей с современными спектральными методами исследования нефтей и газоконденсатов. Обсуждались темы работ выполняемые студентами в рамках специального физического практикума методами визуальной и фотоэлектрической поляриметрии, спектрального эмиссионного анализа, люминесцентного анализа, инфракрасной спектрометрии, масс-спектрометрии.

В данном докладе обсуждаются некоторые методические и инструментальные особенности специального физического практикума для студентов геологоразведочных специальностей. Физический практикум преследует не только изучение физических законов, но и приобретение навыков инструментальных исследований, включая и овладение методами обработки результатов измерений. Экспериментальные исследования с помощью стандартного лабораторного оборудования разных объектов требуют разного методического подхода. В связи с этим в рамках технического ВУЗа наиболее интересным представляется использовать в физическом практикуме в качестве объектов исследования те, свойства которых представляют интерес для студентов в плане их профессиональной подготовки. Так для будущих специалистов по геологии нефти и газа в лабораторном курсе может быть предусмотрен цикл работ:

1. Микроскопическое измерение малых объектов с использованием шлифов кернов, в процессе выполнения которой приобретаются навыки измерения с помощью микроскопа объектов малых размеров (трещин, каверн, минеральных включений).
2. Изучение интерференции поляризованных лучей с использованием тех же шлифов кернов, в процессе выполнения которой изучается явление интерференции поляризованных лучей, окраска минеральных включений и закладываются основы

минералогического анализа.

3. Измерение показателя преломления с использованием различных классов углеводородов (метановых, нафтеновых, ароматических), в процессе выполнения которой приобретаются навыки рефрактометрических измерений и закладываются основы группового анализа нефтей и конденсатов.

4. Изучение законов светопоглощения с использованием различных углеводородов (нефтей, конденсатов, их фракций) в процессе выполнения которой изучаются основные законы поглощения света и закладываются основы фотоколориметрического анализа, используемого для контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений. Такой целенаправленный подбор объектов лабораторных исследований с учетом будущей профессиональной деятельности позволяет выпускать специалистов с хорошей фундаментальной подготовкой, роль и значение которой в последние годы оказывается весьма значимой.

О значении фундаментальной подготовки, в частности, инженеров-нефтяников неоднократно указывалось на различных конференциях и научно-технических семинарах специалистов нефтегазовой отрасли.

## **Концепция специализированного физического практикума**

Ю.Ю. Крючков, А.М. Лидер, И.П. Чернов

Томский Политехнический Университет

630034, Томск, пр. Ленина, 30, [kyu@tpu.ru](mailto:kyu@tpu.ru); [lider@tpu.ru](mailto:lider@tpu.ru); [chernov@tpu.ru](mailto:chernov@tpu.ru)

Для обеспечения учебного процесса по магистерской программе 510403 «Физика конденсированного состояния вещества» по направлению 510400 «Физика» на кафедре общей физики факультета естественных наук и математики разработан специальный лабораторный практикум. В его состав входят лабораторные работы по дисциплинам «Приборы и установки для анализа твердого тела», «Методы анализа твердого тела на пучках заряженных частиц», «Изотопный, химический и структурный анализ поверхности методами атомной физики», «Аккумулирующие свойства водорода в металлах и сплавах», «Радиационно-пучковые технологии модифицирования материалов», «Радиационные эффекты в конденсированных средах», «Микронзондовая спектроскопия» и «Компьютерное

моделирование физических явлений».

Курс специальных дисциплин является оригинальной концепцией Томского политехнического университета, что и потребовало создания своего лабораторного практикума. Лабораторный комплекс состоит из натуральных (экспериментальных, стендовых) установок и виртуальных работ. Виртуальные работы создавались для имитации физических процессов и экспериментальных установок. Это обусловлено тем, что, по ряду причин, не все физические процессы могут быть воспроизведены в лабораторных условиях. Другая часть виртуальных работ играет роль тренажеров для обучения экспериментальным методам и методикам, навыкам работы с оборудованием и способам извлечения информации из экспериментальных данных. Экспериментальные данные для виртуальных работ получаются с реальных физических установок, как из России, так и из-за рубежа, с привлечением Интернет-технологий. Это позволяет не только использовать представляемые лабораторные работы для обучения, но и привлекать студентов к реальной научно-исследовательской работе, используя их для обработки богатого экспериментального материала, получаемого различными лабораториями.

## **Метод проектов в организации специальных практикумов**

А.Е. Герман, Г.А. Гачко

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

230023, Беларусь, г. Гродно, ул. Ожешко, 22; german@grsu.grodno.by

Нами внедряется проектный метод организации специальных лабораторных практикумов, основанный на реализации группами студентов конкретных исследовательских или конструкторских проектов и хорошо зарекомендовавший себя на примере курса «Микропроцессорные средства и системы». В программе практикума предусматривается небольшой объём фронтальных лабораторных работ, во время которых студенты изучают архитектуру и систему команд однокристалльных ЭВМ и микроконтроллеров, а также инструментальные средства отладки программного обеспечения для них, что необходимо для успешного изучения дисциплины.

Работа планируется в группах студентов до 6 человек. Преподаватель выступает в роли координатора, формулирующего основные задачи проекта и контролирующего его выполнение по отдельным этапам. В качестве типичных предлагаются задачи, решение

которых позволяет выполнять отдельные виды работ научно-исследовательского характера. К таким задачам относится разработка и создание программно-аппаратных управляющих и информационно-измерительных комплексов, необходимых для автоматизации исследовательской работы, проводимой в научных лабораториях университета. Это позволяет студентам принять участие в серьезных научных проектах.

Для выполнения поставленных задач отводятся часы специального практикума по изучаемому предмету, а также время для самостоятельной работы. При высокой сложности реализуемого проекта, возможно его совмещение с курсовым проектированием. При описанном подходе к построению специального практикума группа студентов проходит все основные этапы сопровождения типичного проекта: от организации коллектива - до оформления документации (отчета о выполненной работе), что позволяет наряду с получением требуемых знаний, умений и навыков по изучаемым дисциплинам специализации, усвоить также основы управления проектами. Нами также предполагается внедрение данного метода в специальные практикумы по курсам «Автоматизация физического эксперимента» и «Архитектура ЭВМ».

## **Модульно-цикловая взаимосвязь содержания и организации лабораторных и лекционных занятий по электродинамике**

Н.М. Попко, Л.Н. Хуторская

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

230023, Беларусь, г. Гродно, ул. Ожешко, 22, Papko@grsu.grodno.by

Традиционная организация физического практикума, состоящего из набора лабораторных работ по различным разделам курса общей физики, в том числе и классической электродинамики ряд существенных недостатков. Основной из них заключается в том, что изучение материала на лекционных занятиях не синхронизировано с содержанием выполняемых лабораторных работ.

Применяя методы эвристического моделирования взаимосвязи содержания и организационных форм учебных занятий, мы построили практикум по модульно-цикловому принципу, в соответствии с которым выполнению конкретного цикла лабораторных работ

предшествует чтению лекций, решение задач, проверка знаний в виде коллоквиума по соответствующей теме классической электродинамике.

Разработанный лабораторный практикум имеет свою специфику. Во-первых, он не является дополнением к лекционному курсу, простой его иллюстрацией. По своим целям он *рядоположен* с лекционным курсом. В системе лабораторных заданий представлена специально разработанная программа обучения студентов основным экспериментальным умениям и необходимым для этого знаниям.

В ней разграничены задания:

- 1) *по получению*, созданию *новых* знаний и умений;
- 2) *по применению* имеющихся знаний и умений: а) в *новых* условиях; б) в *прежних* условиях.

Лабораторный практикум рассматривается нами как учебный курс, как учебное руководство для студентов, самостоятельно выполняющих экспериментальные задачи и задания в лаборатории. Программа этого курса разбита по содержанию на блоки, непосредственно связанные с лекционными блоками, где целенаправленно формируются те знания о деятельности, которые необходимы для решения конкретных экспериментальных задач, предлагаемых в лабораторном курсе.

## **Учебно-методический комплекс по изучению волоконно-оптических линий связи**

В.Б. Иволгин, А.П. Коханенко

Томский Государственный Университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, , E-mail: [765-vita@elefot.tsu.ru](mailto:765-vita@elefot.tsu.ru)

В докладе представлено описание разработанного и созданного учебно-методического комплекса по изучению волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Комплекс включает в себя как экспериментальное измерение параметров основных элементов ВОЛС, так и проведения ряда вычислительных экспериментов.

В настоящее время широкое применение находят различные по структуре и предназначению волоконно-оптические системы связи, и без их использования невозможно

представить современный мир скоростной передачи информации. Для их использования и обслуживания необходима подготовка специалистов в высших учебных заведениях на оптических специальностях. С этой целью был разработан и создан учебно-методического комплекса по изучению ВОЛС.

Экспериментальная часть комплекса состоит из трех учебных пособий. Каждое учебное пособие посвящено как теоретическому изучению, так и экспериментальным измерениям параметров основных элементов ВОЛС.

Первое учебное пособие посвящено одному из основных элементов любой ВОЛС – оптическому волокну. Кроме теоретического материала в пособии даются методические указания по проведению лабораторных работ на экспериментальных установках, позволяющих проводить измерения полных потерь оптической мощности в волоконном световоде, потерь мощности в зависимости от радиуса изгиба световода и числовой апертуры волокна.

Второе учебное пособие посвящено вопросам соединения оптических волокон. Кроме теоретических сведений, это учебное пособие содержит методические указания по проведению лабораторной работы по свариванию многомодовых оптических волокон с использованием комплекта для сварки световодов КСС-111.

Третье учебное пособие рассматривает проблему эффективности ввода оптического излучения в световод и содержит теоретический материал и методические указания по проведению экспериментальных лабораторных работ по измерению эффективности ввода оптического излучения в волокно.

В современном физическом практикуме наряду с экспериментальными работами особое место занимает проведение вычислительных экспериментов на персональных компьютерах. Поэтому в рассматриваемом учебно-методическом комплексе содержится описание методики работы с пакетом прикладных программ, который состоит из трех вычислительных экспериментов, позволяющих проводить моделирование и расчет параметров основных элементов ВОЛС.

Таким образом, данный учебно-методический комплекс рассматривает широкий круг вопросов, связанных с теоретическим и экспериментальным изучением работы основных элементов ВОЛС и используется в учебном процессе студентов старших курсов радиофизического факультета ТГУ.

## **Квантово-физический практикум в классах биолого-химического и медико-биологического профиля**

В.Г. Барышников, Г.И. Дмитриева, А.В. Дмитриев

Липецкий государственный педагогический университет, 398020, Липецк, Ленина, 42

E-mail: a\_v\_dmitriev@mail.ru

Интеграция предметов естественнонаучного цикла – процесс, продолжающийся в течение последних десятилетий в средней общеобразовательной школе. Одним из следствий этого процесса является создание профильных классов, например, биолого-химических и медико-биологических. В процессе интеграции физика, как фундамент всего современного естествознания, является основой для интеграции естественнонаучных дисциплин. Согласование естественнонаучных дисциплин путем проведения интегрированных уроков является одним из традиционных способов интеграции физики, биологии и химии. При этом данная интеграция широко используется при изучении большинства разделов физики (Механика, Молекулярная физика и теплота, Электричество и магнетизм, Оптика). Исключение составляет лишь раздел «Квантовая физика». Например, как отмечает Ц.Б. Кац (*Кац Ц.Б.* Биофизика на уроках физики. Из опыта работы. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1974) при изучении квантовой физики рассматриваются всего два примера биологического содержания: применение  $\gamma$ -лучей и искусственные радиоактивные изотопы, их применение в медицине. В данной работе нами предлагается расширить количество биологических примеров при изучении квантовой физики в классах биолого-химического и медико-биологического профиля. Мы включаем изучение физических основ процесса фотосинтеза, фотодеструктивных и фоторегуляторных процессов (при изучении световых квантов), переноса электрона между группами белков, определения размеров эритроцитов с использованием лазера, сверхбыстрых процессов методами лазерной спектроскопии (при изучении атома), строения биомолекул методами нейтронографии, применения радиоактивных изотопов в качестве меток (при изучении атомного ядра). Основной целью изучения данных тем является показать учащимся необходимость использования квантово-физических законов для понимания механизмов биологических процессов на атомно-молекулярном уровне. Для большинства предложенных тем, авторами разработан демонстрационный физический практикум и составлены задачи.



## Автоматизированный практикум по оптоэлектронике

В.С. Дорош, Н.В. Дорош, Н.А. Яковенко

Кубанский государственный университет

350640, г. Краснодар, ГСП, ул. Ставропольская, 149, E-mail: [yna@phys.kubsu.ru](mailto:yna@phys.kubsu.ru)

В течение ряда лет на физико-техническом факультете КубГУ работает и совершенствуется учебно-исследовательский комплекс по оптоэлектронике и квантовой электронике для студентов специальностей физика, радиофизика и электроника, физика и техника оптической связи. В состав комплекса входят автоматизированные стенды по изучению базовых элементов и устройств оптоэлектроники.

На одном из стендов исследуются спектральные, температурные, модовые характеристики светоизлучающих диодов и полупроводниковых (непрерывных и импульсных) лазеров. Для автоматизированных измерений используется монохроматор с дифракционной решеткой, блок управления шаговым двигателем, цифровой вольтметр и персональный компьютер (ПК).

При исследовании характеристик фотоэлектрических преобразователей в ПК устанавливается плато АЦП и ЦАП, подключается согласующее устройство с исследуемыми элементами и запускается программа, обеспечивающую снятие и обработку показаний, управление источниками тока и напряжения. На этом же стенде исследуются передаточные характеристики диодных и тиристорных оптронов.

Для получения и обработки картин излучения световодов, светодиодов, лазеров, модуляторов используется телевизионная цифровая камера, соединенная с ПК.

Компьютеры, обслуживающие лабораторные стенды, объединяются в локальную сеть с целью получения результатов, удобства распечатки, доступа к методическим рекомендациям и для проведения тестирования на проверку подготовленности к выполнению работы, тестирования после выполнения работы. Результаты экспериментов, тестирования сохраняются на сервере. Дополняют автоматизированные стенды компьютерное моделирование (например, расчет числа продольных и поперечных мод лазера в зависимости от геометрии активной среды, расчет ширины спектральной линии от условий накачки полупроводникового лазера).

Таким образом, создан единый учебно-исследовательский комплекс, включающий в себя лабораторные стенды и компьютерную сеть, позволяющую не только решать

автоматизированные экспериментальные задачи, но и проводить компьютерное моделирование, тестирование знаний студентов.

## **Спецпрактикум по основам физики полупроводников для студентов физико-математического факультета**

Г.А. Потапов, Б.Б. Жалсабон

Забайкальский государственный педагогический университет им. Н.Г. Чернышевского

672007, г. Чита, ул. Бабушкина 129, тел. 23-43-05, e-mail: jalsabon@zgpumail.chita.ru

Кафедрой физики, теории и методики обучения физике университета для студентов физико-математического факультета разработан практикум по основам физики полупроводников, который включает следующие работы:

- 1) Изучение температурной зависимости сопротивления полупроводников;
- 2) Изучения эффекта Холла и магнитосопротивления в полупроводниках;
- 3) Исследование термоэлектрических явлений;
- 4) Изучение фотоэлектрических свойств электронно-дырочного перехода и проверка основных соотношений для фотоэлемента;
- 5) Снятие характеристик и определение параметров полевого транзистора с р-п переходом;
- 6) Исследование тиристора.

В первой работе практикума экспериментально определяется температура перехода проводимости германия из примесной в собственную, производится расчет ширины запрещенной зоны образца, обсуждается механизм собственной и примесной проводимости полупроводников.

Содержание второй работы практикума предполагает градуировку магнитного поля электромагнита индукционным методом, изучения ЭДС Холла в полупроводнике, определение электропроводности и вычисление подвижности электронов для исследуемого образца, изучение магнитосопротивления образца в слабом магнитном поле.

Практическая часть третьей работы содержит определение термоЭДС и знака носителей заряда, нахождение основных характеристик термогенератора, исследование работы термоэлектрического холодильника.

Целью четвертой работы является изучение основных физических закономерностей, определяющих свойства и параметры фотоэлемента, исследование вольтамперных, световых, спектральных и инерционных характеристик прибора.

В пятой работе предусмотрено изучение работы полевого транзистора на основе снятия выходных (стоковых), проходных (стоко-затворных) характеристик прибора.

Исследование тиристора проводится через снятие вольт-амперной характеристики непроводящих, проводящих и асимметричных устройств.

Допуск к выполнению, защита лабораторных работ осуществляется на основе проведения модельных физических экспериментов по теме с помощью ЭВМ. В практикуме предусмотрено выполнение отдельных работ в автоматизированном варианте. В настоящее время на кафедре имеются определенные наработки по использованию компьютеров на занятиях практикума.

### **Постановка специального физического практикума по изучению свойств магнитных материалов в рамках дисциплины специализации «Физика твердого тела»**

В.В. Смирнов, А.М. Лихтер, А.А. Козлов, В.К. Карпасюк

Астраханский госпедуниверситет

В течение ряда лет на физико-математическом факультете Астраханского госпедуниверситета реализуется учебный план по дисциплине специализации «Физика твердого тела». В нее входят следующие курсы «Элементы кристаллографии», «Электродинамика сплошных сред», «Физика магнитных материалов», «Теория твердого тела», «Иностранный язык». Особая роль при выполнении данного учебного плана принадлежит специальному физическому практикуму. Условно его можно разделить на две части, одна из которых посвящена изучению свойств феррит-гранатов, другая – в основном ферритов. При проведении лабораторных работ исследуется доменная структура вещества, ее характеристики, определяется ряд статистических и динамических свойств пленок. Образцы также исследуются методом ферромагнитного резонанса, проводится рентгеноструктурный анализ. Разработанный спецфизпрактикум позволяет реализовать исследования ряда температурных зависимостей характеристик магнитного материала.

Данный практикум является логичным продолжением общего физического практикума, реализуемого в рамках курса общей и экспериментальной физики, в котором, например, есть работы по снятию петли гистерезиса ферромагнетика, измерение точки Кюри, поворота плоскости поляризации в электрически активных средах и т.д.

Данный практикум служит частью учебно-научного комплекса, который наряду с выполнением лабораторных работ прививает навыки исследовательской работы, что позволяет готовить не только учителей физики, но и инженерно-научные кадры. Это значительно повышает ценность выпускников на рынке труда.

## **Фотонная корреляционная спектроскопия в физическом практикуме**

В.Б. Нагаев<sup>1</sup>, Л.М. Фабелинская<sup>1</sup>, И.К. Юдин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, <sup>2</sup> ИППГ РАН

117917 Москва, Ленинский пр. 65, [phys@saog.ac.ru](mailto:phys@saog.ac.ru)

Фотонная корреляционная спектроскопия уже более 30 лет широко используется во многих областях науки, включая физику, химию, биологию и целый ряд технических наук. В методе фотонной корреляционной спектроскопии (ФКС) используется явление динамического рассеяния света, т.е. уширение оптического спектра при рассеянии лазерного излучения в исследуемой жидкости. Метод основан на фундаментальных явлениях взаимодействия лазерного излучения с веществом. ФКС позволяет студентам изучать современнейшими экспериментальными методами явления переноса. При этом возможно измерение коэффициентов диффузии и размеров наночастиц, диспергированных в жидкости.

Модернизация физического практикума подразумевает введение именно таких новейших методов в процесс обучения студентов с тем, чтобы выпускники высших учебных заведений имели опыт использования современных экспериментальных методов. Более того, возможна преемственность использования подобных методов в течение всего процесса обучения: на младших курсах студенты знакомятся с основными принципами метода, затем на старших курсах такие методы могут использоваться для выполнения курсовых и дипломных работ. Возможно также применение таких современных установок для научных исследований, проводимых аспирантами и сотрудниками; в РГУ с их использованием уже

выполняются несколько курсовых и дипломных проектов.

В учебный процесс на кафедре физики РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина включены три установки по фотонной корреляционной спектроскопии. В настоящее время проводится методическая работа по созданию учебных лабораторных работ различной сложности. В частности, разработаны методики исследования броуновского движения субмикронных частиц и температурной зависимости вязкости жидкостей. В стадии разработки находятся работы по изучению фазовых переходов и критических явлений и реологических характеристик нефтяных систем. В интересах нефтяной и газовой отрасли начаты научные исследования устойчивости парафино-смолистых коллоидных фракций в природных газоконденсатах.

## **Сканирующая зондовая микроскопия в современном специальном физическом практикуме**

М.Н. Герке, А.Б. Евлюхин, А.Е. Петров

Владимирский Государственный Университет, 600000, Владимир, ул. Горького 87, ВлГУ

тел.: (0922) 279-621, факс: (0922) 233-334; e-mail: [laser@vpti.vladimir.su](mailto:laser@vpti.vladimir.su)

В настоящее время наблюдается большой интерес к микро - и нанотехнологиям, что предполагает развитие адекватных методов исследования процессов, протекающих в соответствующих временных и пространственных масштабах. Одним из относительно новых инструментов, позволяющих изучать свойства отдельных мезоскопических (характерный размер порядка размера зонда) структур, является сканирующая зондовая микроскопия в различных вариантах.

Владимирский ГУ располагает развитой приборной базой, позволяющей реализовать различные методики для атомно-силовой (AFM) и оптической ближнеполевой (SNOM) микроскопии, а именно двумя приборами типа «Smena» отечественного производства (АО «NT-MDT», г. Зеленоград). Микроскопы представляют собой высокоавтоматизированные комплексы (управление и отображение результатов производится персональным компьютером).

Данное оборудование прежде всего используется для проведения научно-исследовательских работ - изучения наноразмерных полупроводниковых объектов. При

этом предполагается не только получение экспериментальных данных, но и их обработка и дальнейшее развитие теории. Следует отметить, что ряд принципиальных задач в сканирующей микроскопии далек от окончательного решения. К их числу можно отнести определение предела разрешающей способности, механизмы взаимодействия мезоскопических объектов с зондами, задача исключения аппаратной функции микроскопа из результатов сканирования.

В ходе работ спецпрактикума студенты старших курсов получают уникальную возможность совместно с сотрудниками кафедры производить экспериментальные исследование поверхности с пространственным разрешением порядка нанометров, обрабатывать результаты этих измерений, а также занимаются численным моделированием взаимодействия в системе «зонд-поверхность».

Практикум ориентирован на студентов специальностей «Прикладная математика» и «Лазерная техника и технологии».

## **Физические методы анализа веществ**

В.В. Гаврушко

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого

173003, Великий Новгород, ул. Б.Санкт-Петербургская 41, [Span@novsu.ac.ru](mailto:Span@novsu.ac.ru)

Разработан цикл лабораторных работ по физическим методам анализа веществ, предназначенный для студентов-химиков. Постановка такого спецпрактикума целесообразна на кафедре физики, поскольку здесь имеются специалисты требуемой квалификации и есть возможность подобрать необходимое оборудование.

Цикл включает в себя 4 работы.

1. Изучение спектров поглощения органических пленок с помощью инфракрасного спектрометра ИКС-29.
2. Качественный эмиссионный анализ состава твердого тела.
3. Определение типа монокристаллического материала по спектрам поглощения в инфракрасной области оптического спектра.
4. Определение концентрации примеси в твердом полупроводниковом растворе.

Целями изучения в предлагаемом цикле работ являются: знакомство с практикой

эмиссионного оптического анализа, изучение способов проведения спектрального анализа органических пленок и монокристаллических материалов, определения концентрации примесей по электропроводности полупроводниковых материалов.

В процессе выполнения работы студенты знакомятся с принципами работы, устройством и важнейшими характеристиками установок для спектрального анализа веществ, методами их калибровки, способами возбуждения линейчатых спектров, методами расшифровки спектров, учатся работать со справочной литературой. Кроме оптических методов анализа, в цикл включена работа по определению концентрации электрически активных примесей в полупроводниковых материалах классическим 4-х зондовым методом. Полезность такой работы связана с требованиями региональной промышленности, использующей указанные материалы.

Подготовлено и издано методическое пособие с описанием лабораторных работ. Для каждой работы подробно изложено устройство и принцип действия используемых оптических приборов и установок. Последнее обстоятельство является совершенно необходимым, поскольку в настоящее время ощущается недостаток в широко доступных, особенно для студентов, источниках технической информации.

**Секция III "Специальный физический практикум"****Рук.: Сергей Аркадьевич КОЗЛОВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)****Александр Сергеевич ЧИРЦОВ, СПб ГУ****30мая (с 10 до 13)****Практикум по физике сегнетоэлектриков**

А.А. Богомолов, В.В. Иванов

Тверской госуниверситет, Тверь, Россия

170002, Садовый пер.35; E-mail: [Vladimir.Ivanov@tversu.ru](mailto:Vladimir.Ivanov@tversu.ru)

В последнее время учение о сегнетоэлектричестве стало важным разделом физики твердого тела, а сегнетоэлектрические кристаллы, керамика и тонкие пленки получают все более широкое практическое применение в радио – и оптоэлектронике, электро- и гидроакустике, измерительной и вычислительной технике. Экспериментаторы продолжают обнаруживать все новые сегнетоэлектрические материалы и находить в них необычные свойства, что несомненно ведет к дальнейшему росту практических применений этих материалов и увеличению числа специалистов, научных работников и инженеров, сталкивающихся в своей работе с различными аспектами сегнетоэлектрических явлений.

Во многих высших учебных заведениях страны читаются лекции по физике сегнетоэлектриков и готовятся специалисты в этой области. Необходимым условием глубокого изучения данного раздела физики является приобретение практических навыков и освоение современных методов исследования. Этим задачам в значительной мере может способствовать выполнение лабораторных работ настоящего практикума.

Предлагаемый практикум содержит систематическое описание лабораторных работ по университетскому курсу физики сегнетоэлектричества и дает достаточно цельное представление о современных методах измерений основных физических характеристик сегнетоэлектриков.

Практикум по физике сегнетоэлектриков создан авторами, которые в течение многих лет читают лекционные курсы и руководят проведением лабораторных работ.

В специальном физическом практикуме имеются работы по изучению фазовых переходов первого и второго рода в сегнетоэлектрических кристаллах на примере кристалла



титаната бария и триглицинсульфата, соответственно; влиянию внешних электрических полей на фазовые переходы; изучению доменной структуры сегнетоэлектриков поляризационно-оптическим методом. Значительная часть лабораторных работ посвящена изучению процессов переполяризации – диэлектрического гистерезиса по схеме Сойера–Тауэра, импульсной переполяризации сегнетоэлектриков по методике Мерца, эффекта Баркгаузена и диэлектрической вязкости. Практикум знакомит с экспериментальными методами определения величин пьезоэлектрического пьезокоэффициента, коэффициентов термодинамического разложения свободной энергии по степеням поляризации, спонтанной поляризации, диэлектрической проницаемости, электрооптических коэффициентов, коэффициента диэлектрической вязкости. Одна из работ посвящена изучению электрооптических свойств сегнетоэлектриков на примере кристаллов ниобата лития.

Рисунки, помещенные в пособия, взяты из источников, указанных в списке литературы, а также из работ авторов и сотрудников кафедры.

В процессе выполнения лабораторных работ студенты знакомятся с современными методами исследований твердых тел и приборами, приобретают практические навыки, необходимые при выполнении курсовых и дипломных работ, а также в дальнейшей работе после окончания университета.

## **Компьютерный лабораторный практикум по электронной спектроскопии поверхности твердых тел**

А.С. Паршин, Г.А. Александрова, А.Н. Федоров

Сибирская аэрокосмическая академия имени академика М.Ф. Решетнева,

660014, Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31, [aparshin@saa.ru](mailto:aparshin@saa.ru)

Информатизация процесса обучения становится решающим фактором модернизации современного высшего профессионального образования, когда вопросы качества и содержания образования приобретают приоритетное значение. Обучение с применением компьютеров позволяют не только моделировать обучение в классе, но и предоставлять студенту учебный материал, упражнения, средства для закрепления пройденных тем вместе с программами для самопроверки. Использование компьютерных технологий существенно расширяет возможности дистанционного образования, усиливает самостоятельные и индивидуализированные формы обучения, характерные для модели

лично-ориентированного обучения.

В Красноярске более 10 лет успешно развивается образовательная деятельность по развитию интегрированных форм подготовки специалистов инженерно-физического направления в рамках Межвузовского инженерно-физического отделения Сибирской аэрокосмической академии и Красноярского государственного университета [1]. Важной частью подготовки студентов является специальный практикум, сопровождающий все основные специальные курсы учебного плана. В процессе выполнения специального практикума студенты работают на технологических и научных установках, имеющих высокие технические характеристики и обслуживаемые квалифицированным научно-техническим персоналом. Уникальность лабораторного оборудования ограничивает, с другой стороны, возможность широкого использования его в учебном процессе. В связи с этим, актуальной становится задача создания виртуальных лабораторных работ, имитирующих работу реальных экспериментальных установок.

В Сибирской аэрокосмической академии разработан компьютерный лабораторный практикум по электронной спектроскопии поверхности твердых тел. Ядром практикума является компьютерная программа, имитирующая различные функции комплекса аппаратуры по исследованию вторично-эмиссионных свойств поверхности твердых тел: установку тока накала катода и ускоряющего напряжения электронной пушки, установку диапазона и скорости развертки спектра, установку режима записи спектра (дифференциальный, интегральный) и др. Разработана также база данных, в которой накапливаются спектры вторичных электронов, полученные на реальной экспериментальной установке с различными исходными параметрами. В зависимости от устанавливаемых учащимся при выполнении виртуальной лабораторной работы параметров, программа имитирует на экране монитора компьютера запись соответствующего спектра из базы данных, который затем можно сохранить на электронных носителях для последующей компьютерной обработки.

Компьютерный лабораторный практикум оформлен в виде Web-узла, в котором в формате HTML размещены также материалы по теоретическим аспектам изучаемого явления, описание приборов и оборудования, используемого для проведения измерений, порядок выполнения работы, методические указания по обработке спектров и оформлению отчета по лабораторной работе. Здесь же размещена тестирующая оболочка, с помощью которой студент может самостоятельно проверить степень усвоения учебного материала, получить допуск к выполнению задания. Все страницы узла объединены интерактивными ссылками, поэтому учащийся может самостоятельно выбрать путь изучения материала, возвращаться по мере выполнения лабораторной работы к ранее пройденным темам и т.д.

Виртуальный лабораторный практикум позволяет в настоящее время организовать цикл из 6 лабораторных работ по специальному курсу «Физика поверхности и границ раздела». Структура компьютерного практикума обеспечивает возможность в дальнейшем без существенных изменений в программном обеспечении увеличивать количество выполняемых лабораторных работ только за счет пополнения базы данных и разработки дополнительного методического обеспечения.

### Литература

1. *Беляков Г.П., Лепешев А.А., Паршин А.С., и др.* Инновационные технологии интегрированной подготовки специалистов инженерно-физического направления Сибирской аэрокосмической академии и Красноярского государственного университета. Международная научно-практическая конференция «Градоформирующие технологии XXI века». Москва, 10-14 сентября 2001 г. // Сборник докладов секции «Организация и обеспечение кадровой поддержки градоформирующих технологий». - М.: МАДИ (ГТУ), 2001.- с. 44-53.

## Некоторые проблемы возбудимой поверхности миокарда

В.Г. Антонюк

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,

79005 Украина, Львов, ул. Драгоманова 50, antonyuk@wups.lviv.ua

В процессе работы сердечной мышцы наблюдается строгая последовательность сокращения ее участков, необходимая для создания условий выброса сердцем ударного объема крови в аорту или легочный ствол. Однако существуют ситуации, связанные с патологическими процессами, когда последовательность сокращения волокон миокарда нарушается и возникает опасная сердечная аритмия-фибрилляция. При этом отдельные участки сердечной мышцы начинают возбуждаться и сокращаться произвольно.

Анализ явления фибрилляции показал, что возбуждение часто имеет форму спиральных автоволн – ревербераторов и для их расчёта используется, как правило, два подхода: кинематический и модель нервной ткани Ходжкина-Хаксли.

В данной работе представлена лабораторная работа, которая выполняется в спецпрактикуме при изучении курса «Физика медико-биологических систем» с использованием компьютерной техники. Разработана программа, которая позволяет определять основные параметры движения ревербераторов (шаг автоволн, скорость, угловая скорость вращения, радиус).

На основе полученных результатов компьютер рисует графики распространения возбуждения для фиксированного значения времени. Анализируя эту зависимость с результатами электрокардиограммы делается вывод о состоянии здоровья пациента. При некотором усовершенствовании отдельных элементов программы данная разработка может представлять интерес для практической медицины.

## Скин-эффект в цилиндрическом проводнике

В.И. Козлов

Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В.Ломоносова

E-mail: vkozlov@genphys.phys.msu.su

Для экспериментального изучения скин-эффекта в цилиндрическом проводнике вполне подходящим кажется резонансный метод. Если катушку, намотанную цилиндрическим проводом включить в резонансный контур, то измерение его добротности  $Q$  дает информацию о сопротивлении контура согласно формуле  $Q = (1/R)\sqrt{L/C}$ . Однако сопротивление  $R$ , фигурирующее в этой формуле, описывает общие потери в контуре, а не только обусловленные активным сопротивлением катушки. Для того чтобы в этом общем сопротивлении выделить его часть, обусловленную активным сопротивлением катушки, последняя намотана "в два провода", так что обе ее обмотки имеют общее начало и общий конец, т.е. они включены параллельно. Каждая из этих обмоток имеет коэффициент самоиндукции  $L_i$  и активное сопротивление  $R_i$ . Катушка в целом имеет коэффициент самоиндукции  $L$ , практически равный  $L_i$  (в пределах 1%), а ее активное сопротивление  $R$  ровно в два раза меньше сопротивления одной обмотки  $R_i$ . Именно это обстоятельство позволяет из общего сопротивления контура выделить активное сопротивление одной обмотки. Если теперь измерить добротность контура на какой-либо частоте при использовании одной обмотки ( $Q'$ ) и двух обмоток ( $Q''$ ), то для интересующей нас величины активного сопротивления одной обмотки получается:

Для катушки, намотанной медным проводом диаметром 2.26 мм, с индуктивностью 0.37 мГн сопротивление одной ее обмотки на постоянном токе составляет 0.22 Ом, а измерения, выполненные по указанной методике в диапазоне (10 ÷ 170) кГц, для наибольшей частоты дали:  $R_i$  1.00 Ом (т.е. в 4.5 раза больше). Глубина же скин-слоя на этой частоте, определенная на основании интерпретации скин-эффекта как увеличения сопротивления проводника переменному току вследствие уменьшения эффективной площади поперечного сечения проводника, оказалась равной 0,12 мм, что близко к глубине скин-слоя медной пластины на частоте 170 кГц.

## Лабораторная работа «Яркостный пирометр на основе светодиода, работающего в режиме фотоварикапа, для измерения нестационарных температур»

В.И. Цапков, У.В. Костышева

Московский государственный университет прикладной биотехнологии (МГУПБ)  
109316, Москва, ул. Талалихина, 33, E-mail: [sea@phys.msu.su](mailto:sea@phys.msu.su)

На кафедре физики МГУПБ читается курс «Физические основы измерений». В рамках этого курса была разработана оригинальная лабораторная работа по оптическому методу измерения нестационарных температур с помощью яркостного пирометра.

При применении оптических методов измерения нестационарных температур возникает задача регистрации меняющихся световых потоков в широком динамическом и спектральном диапазонах. Наиболее просто эта проблема решается при использовании фотоприемника на основе фотоварикапа, принцип действия которого основан на зависимости емкости  $p$ - $n$  перехода светодиода (работающего в режиме фотоприемника) от интенсивности светового потока. Устройство состоит из датчика, управляемого высокочастотного генератора, умножителя частоты, блока сопряжения и регистрирующего устройства. Датчик содержит фокусирующую систему и фотоварикап ( $\Phi B$ ).  $\Phi B$  является элементом частото задающей цепи управляемого генератора ( $УГ$ ). Девиация частоты  $\Delta f$   $УГ$  зависит от изменения емкости  $\Phi B$ , а последняя – от интенсивности светового потока, излучаемого нагретым объектом, то есть в итоге – от его температуры. Для повышения чувствительности устройства частота  $УГ$  умножается в умножителе частоты, так как при этом пропорционально увеличивается и  $\Delta f$ . В качестве блока сопряжения используется частотный детектор, с которого сигнал подается на запоминающий осциллограф. При использовании в качестве фотоварикапа светодиодов отпадает необходимость в применении монохроматизирующих устройств, так как светодиод является узкополосным фотоприемником. Пирометр градуируется по пирометрической лампе. В качестве источника с быстроменяющейся температурой используется лампа накаливания, через нить которой разряжается конденсатор.

## Изучение работы фотоварикапа

В.И. Цапков, У.В. Костышева, Г.А. Таранович, Н.Н. Римский,

А.А. Виницкая

Московский государственный университет прикладной биотехнологии (МГУПБ)

109316, Москва, ул. Талалихина, 33, E-mail: [sea@phys.msu.ru](mailto:sea@phys.msu.ru)

Фотоварикап - это полупроводниковый диод, предназначенный для работы в качестве управляемой оптическим излучением емкости. В режиме фотоварикапа может работать обычный фотодиод.

На кафедре физики МГУПБ была разработана оригинальная лабораторная работа по изучению фотоварикапа. Схема установки состоит из источника оптического излучения, фотоварикапа, генератора и частотомера. Принцип ее работы заключается в следующем. Если фотоварикап  $\Phi B$  включить в частотнозадающую цепь генератора, то изменяющаяся под действием светового потока емкость  $\Phi B$  вызовет изменение частоты, которая измеряется резонансным частотомером. Таким образом, по изменению частоты можно определить изменение емкости фотоварикапа. Выходной сигнал частотомера  $U_{\text{вых}}$  регистрируется измерителем  $I$ . К установке прилагается график зависимости  $U_{\text{вых}}$  от емкости. В качестве источника света используется светодиод  $CD$ , питаемый от источника постоянного тока. Интенсивность излучения  $CD$  регулируется переменным резистором. Интенсивность и световой поток  $\Phi$ , излучаемый светодиодом, пропорциональны протекающему через него току, который измеряется милли-амперметром.

Порядок выполнения работы: 1) включают установку; 2) при нулевом значении силы тока  $I$  через светодиод снимают показания  $U_{\text{вых}}$  выходного измерителя  $I$ , затем устанавливают переменным резистором определенную силу тока через светодиод, снимают показания выходного измерителя, значения  $I$  и  $U_{\text{вых}}$  заносят в таблицу; 3) повторяют опыт 7-10 раз для других значений  $I$ , каждый раз занося в таблицу  $I$  и  $U_{\text{вых}}$ ; 4) пользуясь прилагаемым к установке градуировочным графиком зависимости  $U_{\text{вых}}$  от емкости  $C$ , определяют  $C$  для измеренных значений  $I$  и результаты заносят в таблицу; 5) для полученных значений  $I$  вычисляют разность емкостей  $\Delta C = C - C_0$ , где  $C_0$  - емкость фотоварикапа при  $I=0$ , и результаты заносят в таблицу; 6) для каждого измеренного значения  $I$  вычисляют относительный световой поток  $\Phi/\Phi_{\text{max}} = I/I_{\text{max}}$ , где  $I_{\text{max}}$  - максимальное из всех измеренных значений силы тока через светодиод, и результаты заносят в таблицу; 7) строят график зависимости  $\Delta C$  от  $\Phi/\Phi_{\text{max}}$ .

## **Лазерный доплеровский измеритель скорости для специального физического практикума**

И.В. Федосов, А.С. Куртов, В.В. Тучин

Саратовский государственный университет, кафедра оптики.

Среди современных оптических измерительных приборов следует выделить широко распространенные в настоящее время во многих областях науки и техники лазерные доплеровские измерители скорости движения рассеивающих объектов. Бурное развитие этих приборов началось практически с момента появления первых коммерческих лазеров и в настоящее время лазерные доплеровские измерители скорости (ЛДИС) используются в гидро- и аэромеханике для исследования потоков жидкости и газа, в том числе многофазных и турбулентных. ЛДИС находят применение также в качестве датчиков скорости движения различных рассеивающих объектов в технике, а в медицине и биологии они используются для исследования динамики потоков крови и других физиологических жидкостей в организме и даже для измерения скорости движения цитоплазмы в отдельной живой клетке.

Безусловно, в эпоху повсеместного распространения лазерной техники ЛДИС не могут быть обойдены вниманием при изучении оптики. Кроме того, эти приборы наглядно иллюстрируют ряд фундаментальных физических принципов, таких, как эффект Доплера, когерентность оптического излучения и оптическое гетеродинирование.

Нами разработан и изготовлен компактный лазерный доплеровский измеритель скорости (ЛДИС) для использования в рамках специального физического практикума по оптике. ЛДИС выполнен по классической для приборов такого рода схеме с двумя пересекающимися зондирующими лазерными пучками. Основными критериями при разработке прибора было обеспечение минимальной стоимости, максимально возможной наглядности и безопасности, а также высокой надежности. В качестве источника оптического излучения используется красный полупроводниковый лазер. Оптическая часть ЛДИС состоит всего из четырех недорогих компонент, не требует сложной юстировки и обслуживания. Прибор смонтирован на основании размером 400x150 мм таким образом, что все его компоненты открыты для свободного доступа, четко различимы и позволяют проследить ход лучей. Обработка сигнала осуществляется с помощью персонального компьютера, и прибор специально адаптирован для использования в качестве аналогово-цифрового преобразователя стандартной звуковой карты любого типа. Это существенно

снижает стоимость прибора, и, кроме того, позволяет использовать для обработки сигнала огромное количество существующих в настоящее время пакетов программ, предназначенных для работы со звуковыми картами.

Базовый набор включает в себя вращающийся стеклянный диск с электроприводом и стеклянную трубку диаметром несколько миллиметров, через которую с помощью несложной гидравлической системы пропускается поток воды. С его помощью студентами могут быть выполнены практические задания самой различной степени сложности, начиная от исследования зависимости частоты доплеровского сдвига от линейной скорости движения поверхности диска или распределения скоростей в потоке жидкости в цилиндрическом канале, до самостоятельного написания программ цифровой обработки сигнала ЛДИС.

Разработанный нами прибор обладает исключительной простотой и легко может выпускаться промышленно или быть воспроизведенным силами студентов старших курсов оптических специальностей.

## **Компьютерное моделирование работы микрочипового лазера**

Л.Ф. Добро, В.И. Чижиков

Кубанский государственный университет  
350040, Краснодар, ул. Ставропольская, 149, cvi@phys.kubsu.ru

К существенным особенностям современной техники самого разного назначения относится высокая надежность и миниатюрность исполнения технических устройств. Миниатюризация приборов и устройств традиционно связывается с использованием микроэлектроники. Однако сейчас размеры и вес электронных блоков стали уже столь малыми по сравнению с другими компонентами, например механическими и оптическими, что на первый план выходит именно проблема уменьшения последних. Эта проблема может быть решена путем использования миниатюрных источников излучения.

В настоящее время заметно продвижение в области повышения выходной мощности и эффективности полупроводниковых лазеров. Однако из-за характеристик излучения – высокая расходимость, малая длина когерентности и др. их нельзя использовать во многих устройствах. Поэтому активно проводятся работы по созданию и исследованию



микрочиповых лазеров с диодной накачкой. Для таких лазеров необходимы среды с высокой концентрацией активных ионов. В традиционных лазерных средах высокая концентрация активных ионов приводит к нежелательному повышению вероятности безызлучательных переходов с верхнего рабочего уровня и уменьшению времени его жизни. В таких кристаллах, как  $(\text{Nd, La})\text{Sc}_3(\text{BO}_3)_4$  – Nd:LSB,  $(\text{Nd, Ce})\text{Sc}_3(\text{BO}_3)_4$  – Nd:CSB ионы неодима находятся на достаточно больших расстояниях друг от друга и слабо взаимодействуют даже при больших концентрациях (50–60 %)

Твердотельные микрочиповые лазеры с полупроводниковой накачкой могут иметь ширину спектра излучения меньше 1 Гц и позволяют создать на этих лазерах доплеровские измерители скоростей частиц в атмосфере – лидаров, для которых существенны характеристики лазерного излучения: малая ширина спектра ( $< 100$  кГц) и большая длина когерентности ( $> 100$  м).

В работе рассматривается простая модель микрочипового лазера на основе активно-нелинейного элемента. Основой компьютерной модели является численное решение систем укороченных уравнений для процессов взаимодействия прямых и обратных волн типа ООЕ и ОЕЕ с граничными условиями на входном и выходном зеркалах.

## **Лабораторные работы по исследованию напряженно-деформированного состояния деталей машин поляризационно-оптическим методом**

А.А. Аблаев

ВлГУ, г. Владимир

Человек в наше время не мыслит своего образования вне высшей школы. Типичным ее представителем является современный университет гумбольдтовского типа, сочетающий образование с исследованиями. Человечество нуждается в хорошо сделанной инженерной работе, что в свою очередь требует образованных инженеров. Подготовить их для будущей работы необходимо так, чтобы это удовлетворяло и работника, и работодателя. Таким образом, образовательные проблемы формулируются достаточно отчетливо: нам надлежит научить будущего специалиста успешно использовать все возможности современной науки и технологии для решения задач необходимого продвижения вперед в производстве и

качества производимого.

Демонстрационный физический эксперимент один из важнейших средств познания материального мира. С демонстрационным экспериментом неразрывно формирование научного мировоззрения и развитие физического мышления при изучении сложных технических наук. Физический эксперимент оказывает большое влияние на формирование теоретического и образного мышления, обеспечивает развитие навыков в самостоятельной работе студентов.

Древняя мудрость гласит: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». Во время рождения этой поговорки никто еще не мог и подозревать о том, что когда-нибудь появятся такие феномены, как «виртуальная реальность», лазерные информационные технологии, поляризационно-оптические методы исследований напряжения в деталях машин.

Поляризационно-оптический метод исследования напряжений и деформаций основан на свойствах некоторых оптических активных материалов разлагать поляризованный свет в направлении главных напряжений, возникающих в теле под действием приложенной нагрузки. Система поляризационно-оптических приборов позволяет не только демонстрировать физические явления на модельных деталях, но и помогает будущему инженеру увидеть конструктивные недостатки проектируемых машин и своевременно устранять их без лишних затрат.

Для исследования деформаций и напряжений в деталях машин могут быть использованы следующие лабораторные установки:

а) поляризационно-интерферометрическая установка ИПУ, изготовленная на базе гелий-неонового лазера;

б) поляризационная установка ППУ-4, полярископ «Zeiss-300», фотоаппарат «Зенит», нагрузочное устройство;

в) поляризационно-оптические установки одностороннего монтажа V и T-образного типа, где используются монохроматические источники света – лампы СВДШ-500, ДнаС-18 (установка T-образного типа изготовлена на базе поляризационного микроскопа МП-7).

Модели деталей машин изготавливаются из двух групп оптических материалов: высокомолекулярных соединений (целлулоид, фенолформальдегидные смолы, эпоксидные смолы), материалов на желатинно-глицериновой основе (игдантин).

При выполнении лабораторных работ перед студентами ставятся следующие задачи:

- освоить методику исследования напряженно-деформированного состояния

поляризационно-оптическим методом и приложении этого метода к определению напряжений в деталях машин;

- изучить граничные условия процессов и проанализировать теоретические предпосылки о характере и величине действующих напряжений;

- выбрать способ моделирования (плоские упругие модели, модели с оптическим чувствительным покрытием, объемные упругие модели для «замораживания» напряжений (деформаций));

- изготовить модели с соблюдением теории подобия;

- создать нагрузочное устройство;

- выбрать способ расшифровки напряжений;

- проанализировать напряженно-оптические параметры.

Постановка эксперимента и выбор условий его осуществления позволяет студенту самостоятельно убедиться в правильности выбранного им технического решения.

## **Пакет компьютерных демонстраций по теме “Электрический ток в газах”**

М.В. Шаташвили

Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики

(Технический университет), 197101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, 14

e-mail: [shatashvili@risingdragons.com](mailto:shatashvili@risingdragons.com)

На текущий момент, область компьютерных демонстраций и компьютерных обучающих программ так и остается областью без четко выверенных путей достижения положительного результата их внедрения в педагогический процесс. Несомненным остается тот факт, что существует некоторый оптимальный набор функций, который вполне может быть делегирован компьютеру преподавателем. В области физических демонстраций использование компьютера является одним из самых простых и действенных средств, позволяющих создать у обучаемого верные представления о сути демонстрируемых физических процессов и о способах проведения научного эксперимента, без существенных затрат и в отсутствии реального оборудования.

При создании данного программного продукта ставилась задача получить в результате набор демонстраций, рассчитанный на использование в курсе средней школы. Тема "Электрический ток в газах", а особенно раздел "Разряды в газах" освещаются в базовом курсе школы достаточно бегло и поверхностно. Но, достаточная часть учащихся проявляет интерес именно к этой теме школьного курса физики. Интересным фактом является то, что именно эти темы как нельзя лучше подходят для создания компьютерных демонстраций вследствие своей наглядности и зрелищности. В процессе разработки основной упор делался на создание особой атмосферы присущей "живому" физическому эксперименту.

Компьютерная программа создана так, что непосредственно ходом демонстрации управляет учащийся. Каждая демонстрация разбита на несколько основных шагов. На каждом шаге внимание учащегося акцентируется на наиболее важных физических процессах происходящих на виртуальном лабораторном стенде. По окончании опыта дается краткое объяснение наблюдаемых процессов и явлений с физической точки зрения. Для более детального объяснения в пакет включен блок теоретического материала с более подробной информацией.

К достоинствам данного программного продукта можно отнести то, что он разработан по технологии Flash фирмы Macromedia подразумевающий удаленный доступ к программе в сети Internet.

## **Автоматизированный учебный лабораторный стенд для измерений теплофизических свойств**

И.В. Баранов, С.С. Прошкин, А.Е. Платунов\*

Санкт-Петербургский Государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д. 9.

\*Санкт-Петербургский Государственный институт точной механики и оптики (Технический университет), 197101, Санкт-Петербург, ул. Саблинская, д. 14.

Автоматизированный учебный лабораторный стенд предназначен для оснащения учебных лабораторий кафедр физики и выпускающих кафедр теплотехнического и материаловедческого профиля. По своим эксплуатационным и метрологическим свойствам

данный автоматизированный комплекс может также представлять интерес в различных областях научных исследований и отраслях промышленности при аттестации тепловых характеристик выпускаемой продукции.

В состав учебного стенда входит набор индивидуальных теплоизмерительных ячеек, объединенных специализированным электронно-вычислительное устройством (контроллером).

Лабораторный комплекс позволяет измерять в диапазоне температур от 20 до 70 С: теплопроводность и тепловое сопротивление; теплоемкость, энтальпию, теплоту и мощность внутренних источников; исходное влагосодержание и криоскопическую температуру; проводить исследования кинетики фазовых и структурных превращений во влагосодержащих материалах.

Основные теплоизмерительные ячейки стенда метрологически аттестованы ВНИИМ им. Менделеева (г. Санкт-Петербург).

В качестве исследуемых объектов могут быть использованы любые конденсированные (твердые и жидкие) вещества и материалы неорганической и органической природы (теплоизоляторы, полимеры, пищевые продукты, полупроводники, металлы и т. п.). Анализ проведенных исследований показал, что длительность проведения опыта может составлять от 1 до 30 минут (в зависимости от свойств образца), при этом погрешность измерений всех тепловых и влажностных свойств находится в пределах от 5 до 7 %.

Контроллер содержит узлы электропитания, автоматического управления работой ячеек, сбора, хранения и обработки первичной информации. Контроллер имеет встроенный пульт управления с цифровой индикацией и функциональной клавиатурой, может выводить результаты измерений на принтер. Контроллер обеспечивает одновременную работу до 8 первичных измерительных датчиков с пороговой чувствительностью около 10 мкВ при дискретности опроса датчиков от 0,02 с и более. Имеется возможность совместной работы с персональной ЭВМ. Передача управляющих и информационных сигналов между ПК и контроллером осуществляются через последовательный порт COM2 по стандартному 9-ти контактному разъему RS-232C.

Контроллеры такого типа могут использоваться в различных лабораториях не только кафедры физики, но и других кафедр вузов.

## **Оперативное определение экологических состояний техногенных сред, применяемых в современном физическом практикуме, на основе использования фундаментальных физических электромагнитных взаимодействий**

Л.Г. Додонова, М.А. Красенков, В.А. Соловьёв

Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (ТУ), Москва, 117454, пр. Вернадского, д. 78, [mirea@mirea.ru](mailto:mirea@mirea.ru)

В Московском государственном институте радиотехники, электроники и автоматики (технический университет) – МИРЭА были разработаны новые методы оперативного определения экологических состояний техногенных сред, применяемых в современном физическом практикуме, на основе использования фундаментальных физических электромагнитных взаимодействий (ЭМВ).

Эти методы позволили достигать максимальное быстродействие (скорость света), высокие информативность, надежность и достоверность оперативного определения экологических состояний техногенной среды (плазма, газ, жидкие и твердые вещества) на основе использования фундаментальных физических электромагнитных взаимодействий, сигналы которых естественным образом образуются и излучаются наружу при динамических экологических изменениях техногенной среды.

Конкретные текущие экологические состояния техногенной среды оперативно определялись по результатам сравнения измеренных в реальном масштабе времени сигналов ЭМВ (проанализированных во временной и частотной областях по форме сигналов, частоте следования сигналов, величинам амплитуд сигналов, величинам амплитудных и частотных модуляций) с аналогичными сигналами ЭМВ, характерными для нормальных состояний техногенной среды.

Результаты определения экологических состояний техногенной среды фиксировались количественно в реальном масштабе времени по проанализированным во временной и в частотной областях сигналам ЭМВ, сохраненных, например, на CD-R, жестких дисках, дискетах, что позволило оперативно определять экологические состояния техногенной среды в интересах современного физического практикума, а также в интересах учебного процесса, науки, экологии, медицины, промышленности, народного хозяйства.

В МИРЭА имеется опыт оперативного определения экологических состояний

техногенных сред – плазмы и газа, создаваемых, соответственно, в ускорителях плазмы, плазмотронах и в реактивных двигателях; - жидкости с образование электрических зарядов в процессе ее распыла; - твердых сред, например, лопаток динамических устройств при их работе.

На этой основе в МИРЭА предполагается создать научно – методический центр для распространения опыта определения экологических состояний техногенной сред в современном физическом практикуме.

Методы были показаны на международных выставках: «Наука и технология» 1990, 1991 г.г.; «Первая международная авиакосмическая выставка» 1990 г.; «Авиадвигатель-92»; «Технология из России - 2000» - в Москве. «Советская наука и технологии» 1990 г. - в Австрии, Германии, Сингапуре, Японии и в Италии.

## **Микропроцессорная измерительная приставка для лаборатории физического практикума**

Г.А. Гачко, Н.М. Попко

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

230023, Беларусь, г. Гродно, ул. Ожешко, 22, [Gachko@grsu.grodno.by](mailto:Gachko@grsu.grodno.by)

Общая физика в высших учебных заведениях традиционно преподается как курс экспериментальной физики. В связи с этим большое внимание в учебном процессе уделяется лекционным демонстрациям и лабораторному практикуму. Они способствуют более глубокому усвоению теоретических знаний, развитию познавательной активности обучаемых. Физический практикум имеет ряд важных функций. В процессе выполнения лабораторных работ изучаются основные методы и средства измерения физических величин, математической обработки результатов экспериментальных исследований, формируются навыки постановки и проведения физического эксперимента. В современных научных лабораториях и на производстве широко используются информационно-измерительные системы. Поэтому в физическом практикуме необходимо формировать у обучаемых правильные представления о месте и роли средств автоматизации измерений в современном физическом эксперименте.

Нами разработана приставка к персональному компьютеру, позволяющая в значительной степени автоматизировать процесс получения экспериментальных данных в

процессе выполнения лабораторных работ. Применение современной элементной базы дает возможность решить поставленную задачу с незначительными материальными затратами. Основу архитектуры приставки составляет микроконтроллер ADCu812BS фирмы Analog Device, который сопряжен с персональным компьютером по каналу последовательного обмена, содержит два двенадцатиразрядных ЦАП и пятиканальный двенадцатиразрядный АЦП. Имеется также программно-управляемый генератор синусоидальных сигналов, работающий в широком диапазоне частот. Приставка может генерировать синусоидальные сигналы в диапазоне частот от 0.1 Гц до 1 МГц, вырабатывать два независимых аналоговых сигнала и измерять напряжения по четырем независимым каналам в диапазоне от  $-10$  В до  $+10$  В с разрешением 2.5 мВ. Аналоговые входы и выходы микроконтроллера буферизованы инструментальными усилителями с изменяемым коэффициентом усиления, что обеспечивает возможность расширения динамического диапазона, а также измерения дифференциальных сигналов. На панели приставки предусмотрены также разъёмы для присоединения преобразователей физических величин в электрический сигнал.

## Научно-дидактическое сопровождение спецпрактикума по курсу «Прикладное материаловедение»

Л.В. Кашкина, А.С. Паршин, В.Н. Шахов, О.П. Вайтузин

Межвузовское инженерно-физическое отделение

На межвузовском инженерно-физическом отделении (МИФО), образованного на базе Сибирской аэрокосмической академии и Красноярского госуниверситета в течение последних 5 лет функционирует, и все время совершенствуется спецпрактикум, сопровождающий курс «Прикладное материаловедение».

В основу организации спецпрактикума положен системный подход. Схематически практикум можно представить в виде четырех функциональных блоков: содержание, технология, исследование, контроль, связанных между собой системообразующими связями (рис. 1).

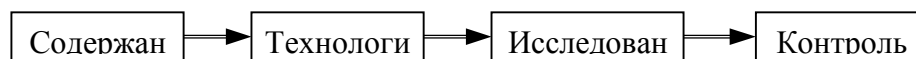


Рисунок 1. Функциональная структура спецпрактикума.

При прохождении спецпрактикума студенты осваивают работу на дифрактометре



ДРОН-3, дериватографе фирмы MOM, металлографическом микроскопе JENAVERT, растровом электронном микроскопе 09ИОЭ-100-005. На первом этапе была проведена автоматизация дифрактометра ДРОН-3, металлографического микроскопа и растрового электронного микроскопа (исследовательский блок). Обработку спектров рентгеновского фазового анализа студенты проводят, используя программы "DRON", "ORIGIN". Также проводится компьютерная обработка оптических и электронно-оптических изображений.

На следующем этапе совершенствования работы в спецпрактикуме было обращено внимание на его содержательный блок. По последним данным маркетинговых исследований качества образования, только 18% студентов готовы прилежно учиться, их отличает уверенность в потенциальной силе высшего образования, они серьезно надеются на достижение успеха, им нравятся выбранные специальности. Поэтому для реализации качественного учебного процесса в спецпрактикуме необходимо было таким образом сформировать содержательный блок, чтобы создать оптимальную мотивацию студентов на учебную деятельность. Для этого обучение должно быть проблемным.

В практикуме реализуется идея: «от образца – к структуре и свойствам». Это значит, что студенты, прежде чем исследовать образец, знакомятся с технологией его получения, получают экспериментальный образец, а затем приступают к изучению его физических свойств. В настоящее время полностью методически разработаны два задания, которые мы предлагаем студентам изучить за время работы в спецпрактикуме (в семестре студенты выбирают для работы одно из них):

1. Исследование фуллеренов и фуллереносодержащих саж, полученных методом плазмохимического генератора;
2. Получение ситаллов из золо-шлаковых отходов методом высокотемпературной самораспространяющейся кристаллизации

С получением фуллеренов и фуллереносодержащих саж студенты знакомятся в Институте физики СО РАН. Получение и исследование ситаллов полностью проводят в лаборатории спецпрактикума. Для этих работ выпущены подробные методические указания, как на бумажных носителях, так и в электронном виде [1,2,3]. Данные образцы относятся к тем объектам, которые интенсивно изучают в лабораториях всего мира. Поэтому знакомство студентов с такими современными и актуальными проблемами вызывает большой интерес.

На 4 курсе студенты МИФО достаточно хорошо владеют компьютерными технологиями, являются грамотными пользователями различных компьютерных программ.

Все это позволяет им не только получить экспериментальные данные, но и переработать огромное количество информации в процессе их обработки, получить интересные результаты даже за то короткое время, которое отводится по учебному плану на спецпрактикум. Поиск дополнительной литературы студентами осуществляется в сети Internet, к которой они имеют доступ во время учебных занятий.

Отчет о проделанной работе предоставляется согласно методическим указаниям «Правила оформления лабораторной работы в спецпрактикуме по прикладному материаловедению». Контроль качества знаний студентов осуществляется во время зачета.

### Литература

1. Л.В. Кашкина, В.Б. Кашкин, Т.В. Рублева., О.А. Шикунова «Изучение физических свойств фуллеренов и фуллереноносодержащих саж» // Учебное пособие, Красноярск, САА, 2000, 82 с
2. Технология и исследование свойств стеклокристаллических материалов (ситаллов). Метод. указания к лабораторному практикуму // Сост. В.Н. Шахов, В.Ю. Бердов. Красноярск, САА, 2000, 44 с
3. Веб-сайт кафедры технической физики САА <http://ktf.krsk.ru/>

### Исследование сверхслабых световых потоков

В.И. Жаворонков, С.И. Жаворонков

Вятский государственный педагогический институт

В.Н. Чувашов, В.Н. Трофимов

Глазовский филиал Ижевского государственного технического университета

427622, Удмуртская республика, г. Глазов, ул. Кирова, 36, [tvn@shiffer.glazov.udm.net](mailto:tvn@shiffer.glazov.udm.net)

Если при проведении исследований возникает задача регистрации слабого излучения в ИК, видимой или УФ части спектра, то при низкой интенсивности излучения проявляются его квантовые свойства. При этом поток фотонов теряет свою непрерывность и наблюдаются квантовые флуктуации интенсивности излучения (КФИИ). Если излучение соответствует видимой части спектра, то в качестве датчика КФИИ можно использовать человеческий глаз, что было предложено С.И. Вавиловым. Возможности эксперимента расширяются, если КФИИ наблюдать с помощью электронно–оптического преобразователя (ЭОП).

Разработана установка для визуального наблюдения КФИИ активных и пассивных слабосветящихся объектов в видимой и ближней ИК областях спектра. Установка создана

на основе двухкамерного ЭОП 6ЭП21МГ6. В качестве источника излучения используется светодиод ( $\lambda = 0,55$  мкм) расположенный в фокусе линзы, создающей пучок параллельных лучей, падающих на тест – таблицу, выполненную на фотопленке в виде сетки с квадратными ячейками, представляющей светлые полосы шириной 0,2 мм с шагом 1,5 мм. Изображение сетки объективом проецируется на фотокатод ЭОП и наблюдается визуально на выходном экране ЭОП с помощью окуляра. ЭОП работает в режиме предельного усиления яркости ( $K \sim 10^4$ ). При номинальном токе через светодиод наблюдают сформированное на выходе ЭОП изображение изучаемого объекта. Уменьшая световой поток, достигают отчетливо видимого эффекта мерцания светлых полос сетки, вплоть до рассыпания её изображения, что обусловлено квантовыми флуктуациями сверхслабого светового потока падающего на сетку.

Разработанная установка может использоваться для наблюдения излучения и измерения длин волн в ИК части спектра излучения атомов водорода (серия Пашена).

### **Виртуальная лабораторная работа «Определение элементного состава образца методом резерфордовского обратного рассеяния»**

Ю.Ю. Крючков, С.В. Крявкин, С.И. Кузнецов, А.М. Лидер, Ю.П.

Черданцев

Томский политехнический университет, 630034, Томск, пр. Ленина, 30, [kyu@tpu.ru](mailto:kyu@tpu.ru)

В составе специального лабораторного практикума по магистерской программе 510403 «Физика конденсированного состояния вещества» по направлению 510400 «Физика», включающей дисциплину «Методы анализа твердого тела на пучках заряженных частиц» разработан комплекс виртуальных лабораторных работ «Метод резерфордовского обратного рассеяния». Программный комплекс имитирует экспериментальные исследования, проводимые на электрофизических установках с целью определения элементного состава поверхностных слоев материалов, толщины эпитаксиального покрытия, глубину залегания внедренных ионов и их распределение. Студентам предлагается выполнить все стадии эксперимента, которые осуществляет исследователь при подготовке и проведении измерений. Перед выполнением лабораторной работы студент знакомится с теоретической частью работы, устройством и работой электрофизического и

спектрометрического оборудования, основными принципами формирования энергетического спектра обратного рассеяния. На первой стадии выполнения работы проводится выбор параметров экспериментального оборудования, таких как тип частиц, энергия и плотность тока анализирующего пучка, геометрия эксперимента. Затем проводится калибровка шкалы анализатора спектров и определяется энергетическое разрешение спектрометрического тракта. Для этого используются модельные энергетические спектры альфа источников, традиционно используемых для градуировки спектрометров. После градуировки моделируется набор энергетического спектра исследуемого материала. На стадии обработки полученного энергетического спектра происходит разделение задач дальнейшего выполнения работы в соответствии с поставленной целью. Помимо расчета модельных спектров в программном комплексе предусмотрена возможность загрузки и расчета реальных спектров, получаемых на натуральных электрофизических установках, что делает представляемую виртуальную лабораторную работу мощным инструментом для привлечения студентов к научно-исследовательской работе.

## **Инновации в физическом эксперименте с использованием разрядных источников света**

В.К. Свешников

Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева.

г. Саранск, ул. Студенческая, 11-а. e-mail: mgpi@si.moris.ru

Приоритетным направлением в разработке и постановке новых экспериментов в курсах физики, электронной техники, радиоэлектроники является расширение области использования в качестве базовых элементов разрядных источников света. [1]

Актуальность использования разрядных ламп в технике физического эксперимента обусловлена: Разнообразием физических процессов, протекающих в объемах ламп, на электродах и их оболочках.

Разнообразием функциональных возможностей.

Характерным для данного типа ламп спектром излучения света.

Возможностью изменения параметров ламп под воздействием внешних электрических и магнитных полей.

Возбуждение различных видов разряда.

Компактностью по форме, эстетичностью в оформлении и удобством в эксплуатации.

Отсутствием дефицита и сравнительно невысокой стоимостью ламп.

Проведенные на кафедре физики МГПИ имени М.Е. Евсевьева исследования по физике газового разряда в лампах позволили создать серию новых экспериментов. Среди них: «Диамagnetизм плазмы», «Массоперенос натрия в системе стекло – газовый разряд», «Формирование диода Шоттки на оксидном катоде», «Демонстрация эффекта Пеннинга», «Демонстрация снижения напряжения пробоя разрядного промежутка под воздействием света» [2] и ряд других.

Реализация в учебном процессе новых демонстрационных экспериментов в дополнение к известным, будет способствовать активизации процесса восприятия студентами теоретического материала, развитию их творческого мышления, стимулировать развитие у них новых подходов к созданию приборов и устройств современной техники.

#### Литература

1. *Свешников В.К., Федоткина С.Н.* Состояние и перспективы использования разрядных ламп в демонстрационном эксперименте // Учебный эксперимент в высшей школе. 1997. - №1. – С. 31-42.
2. *Свешников В.К.* Демонстрация снижения напряжения пробоя разрядного промежутка под воздействием света. // Известия вузов. Физика. 2001 г. - № 8, С.91-92.

## Практикум по мессбауэровской спектроскопии для студентов физических специальностей технических университетов

С.И. Бондаревский, Ф.С. Насрединов, Н.П. Серегин, П.П. Серегин

Санкт-Петербургский государственный технический университет

195251 Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: bondarevskii@tuexp.stu.neva.ru

Описываются результаты внедрения практикума по мессбауэровской спектроскопии на завершающем этапе общефизической лаборатории для студентов физического потока физико-механического факультета СПбГТУ. При постановке практикума преследовались следующие цели:

1. становление у студентов навыка работы с современной исследовательской аппаратурой и, в частности, использование спектроскопических методик;
2. обучение компьютерным методам обработки экспериментальных данных;
3. закрепление знаний из области квантовой механики и ядерной физики, полученных в лекционном курсе.

Практикум проводится в весеннем семестре 2 курса, рассчитан на одно двухчасовое занятие в неделю и состоит из 3 частей:

1. 2-3 лекционных занятия для ознакомления с основными представлениями мессбауэровской спектроскопии;
2. 2-3 занятия на базе исследовательской лаборатории для знакомства с устройством спектрометров и получения реальных спектров;
3. 10-11 занятий в компьютерном классе или в исследовательской лаборатории, посвященных анализу и интерпретации спектров, полученных студентами на предыдущем этапе, а также из оригинальных работ авторов практикума.

Для проведения практикума подготовлено учебное пособие, существующее в виде брошюры и в электронном виде. Методические указания к каждому занятию последней части практикума подготовлены в электронном виде, что позволяет использовать их как часть программ дистанционного образования.

Обсуждаются перспективы дальнейшего развития и внедрения практикума, в частности, для студентов материаловедческих специальностей.

## **Компьютерное обеспечение ядерно-физического эксперимента в учебной лаборатории**

В.П. Глушаков

Ярославский государственный педагогический университет, 150000,

Республиканская 108, кафедра теоретической и экспериментальной

физики, [sergey@yspu.yar.ru](mailto:sergey@yspu.yar.ru)

На примере одной из лабораторных работ ядерно-физического практикума ЯГПУ рассматривается переход на качественно новый уровень постановки достаточно традиционной задачи подобного практикума при обеспечении режима работы относительно простой лабораторной установки на линии с персональным компьютером.

Экспериментальное определение среднего пробега тяжелых заряженных частиц в веществе обычно осуществляется посредством измерения зависимости скорости счета  $J(x)$  частиц от толщины  $x$  слоя вещества, проходимого частицами в условиях хорошо коллимированного пучка моноэнергетических частиц. Значение  $x = R$ , при котором скорость счета уменьшается наполовину  $J(R) = J_0/2$ , принимается за величину среднего пробега. Оценка последнего позволяет по известной эмпирической зависимости «пробег-энергия» оценить энергию частиц. Такова традиционная постановка одной из задач многих ядерно-физических

практикумов.

Предлагаемая работа основана на исследовании зависимостей  $J(x)$  для совокупности  $\alpha$ -источников:  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  и др. Зависимость, полученная с первым источником, обусловлена совокупностью энергетических составляющих интегрального потока  $\alpha$ -частиц и используется для получения градуировочной кривой «пробег-энергия». Обработка экспериментальных результатов осуществляется с помощью регрессионной зависимости:  $J(x) = J_0 \sum_i \gamma_i [1 + \exp(\pi(x - R_i) / 3^{1/2} \theta_{R_i})]^{-1}$ , где суммирование производится по числу  $\alpha$ -линий эмиссионного спектра источника, а параметры  $R_i$  – средний пробег,  $\theta_{R_i}^2$  – дисперсия распределения пробегов и  $\gamma_i$  – относительная интенсивность  $i$ -ой линии оцениваются по результатам измерений  $J_k = J(x_k)$ . Производная приведенной зависимости определяет распределение  $\alpha$ -частиц по пробегам и, в определенном смысле, представляет аналог энергетического спектра источника излучения.

Таким образом, лабораторная установка для регистрации  $\alpha$ -частиц может быть модернизирована в  $\alpha$ -спектрометр без включения в ее состав амплитудного анализатора. Ясно, что решение подобной задачи в учебном практикуме имеет смысл только при условии сопряжения с детектором  $\alpha$ -частиц персонального компьютера. Более того, соответствующее программное обеспечение ПК позволяет выбрать оптимальный режим измерений с выводом результатов на экран, расширить круг возможных заданий за счет моделирования и освободить студента от трудоемких рутинных расчетов в процессе статистической обработки результатов измерений.

## Литература

Глушаков В.П. Субатомная физика (лабораторный практикум): Учебное пособие. Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К.Д.Ушинского, 2000.

**Секция III "Специальный физический практикум"**

Рук.: Сергей Аркадьевич КОЗЛОВ, проф. СПб ГИТМО (ТУ)

Александр Сергеевич ЧИРЦОВ, СПб ГУ

**30мая (с 14 до 17)****Определение энергии активации перехода молекулы в новое положение равновесия по температурной зависимости вязкости воды**

Л.А. Евдокимова, Т.П. Смирнова

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

173002. Великий Новгород, ул. Новолучанская 33, к. 2, кв. 56, [ela@novsu.ac.ru](mailto:ela@novsu.ac.ru)

Коэффициент пропорциональности  $\eta$  в законе Ньютона вязкого трения называют коэффициентом динамической вязкости или сдвиговой вязкостью жидкости. Для простых жидкостей сдвиговая вязкость уменьшается при повышении температуры и увеличивается с ростом давления. Увеличение давления приводит к увеличению плотности и, следовательно, к уменьшению расстояния между положениями молекул с минимумами потенциальной энергии. Если глубина потенциальной ямы то согласно квазикристаллической теории жидкого состояния Я.И. Френкеля [1] температурная зависимость сдвиговой вязкости простых жидкостей для небольших температурных интервалов должна выражаться

формулой:  $\eta = e^{\frac{\Delta U}{kT}}$ , где  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – абсолютная температура. Используя значения вязкости  $\eta_1$  и  $\eta_2$  для двух близких температур  $T_1$  и  $T_2$ , можно получить:

$$\Delta U = k \frac{\ln \eta_2 - \ln \eta_1}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \quad (2)$$

величину энергии активации перехода молекулы из одного

временного положения равновесия в другое. Вода является ассоциированной водородными связями жидкостью. Экспериментально обнаружено, что при температурах от  $-25^\circ\text{C}$  до  $+10^\circ\text{C}$  сдвиговая вязкость воды уменьшается как с ростом температуры, так и с ростом давления, и лишь при температурах выше  $10^\circ\text{C}$   $\eta$  увеличением давления растет, как для обычных жидкостей [2]. В этом случае могут быть использованы представления модели Френкеля. Температурная зависимость сдвиговой вязкости воды может быть исследована с помощью капиллярного вискозиметра ( $d=0,34$  мм) относительным методом. В качестве эталона следует принять  $\eta_0$  дистиллированной воды при  $t=20^\circ\text{C}$ . Определив промежутки



времени  $\tau_0$  и  $\tau$  протекания через один и тот же вискозиметр жидкости при разных  $t$  можно рассчитать сдвиговую вязкость  $\eta$  воды при более высоких температурах. Для термостатирования удобно использовать стакан емкостью 5 л, наполненный водой комнатной температуры либо горячей водой ( $\approx 55^\circ\text{C}$ ). За промежуток времени температура термостатирующей жидкости уменьшается на примерно  $(0,5 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ . Полученные результаты  $\eta(t)$  и по формуле (2) достаточно хорошо согласуются с табличными значениями.

### Литература

1. Френкель Я.И. Собрание избранных трудов. Т.Ш. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1959. – С.197-207.
2. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. – М.: МГУ, 1987. – с. 137-148.

## Использование ЭОП в современном физическом практикуме

М.В. Горшечников, В.И. Жаворонков

Вятский государственный педагогический университет, 610002 Киров а/я 2045, ВГПУ

[mi9@chat.ru](mailto:mi9@chat.ru), [mi9@rambler.ru](mailto:mi9@rambler.ru)

ЭОП - электронно-оптический преобразователь – классический прибор электронной оптики, имеющий широкие возможности для его использования в учебном физическом практикуме благодаря простоте его устройства и выдающимся преимуществам по сравнению с другими электронными приемниками света: во-первых, это визуализация, то есть преобразование невидимого излучения в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах в видимое невооруженным глазом, во-вторых, высокая чувствительность (коэффициент усиления  $10^6$ ), в-третьих, практическая безынерционность, благодаря чему быстропротекающие физические процессы возможно регистрировать в реальном масштабе времени.

В Вятском государственном педагогическом университете разработаны установки на базе ЭОП, имеющих достаточно широкую область применения в учебных и научных целях, в частности, разработано множество новых физических экспериментов с

использованием ЭОП, для проведения которых другими средствами потребовалось бы значительно более сложное оборудование и результат при этом был бы менее эффектен, в их числе:

1. Наблюдение квантовых флуктуаций сверхслабых световых потоков.
2. Наблюдение теплового излучения слабонагретых тел.
3. Построение оптического (бесконтактного) пирометра слабонагретых тел.
4. Визуальная и фоторегистрация динамики пробоя кремниевого лавинного фотодиода при подаче обратного напряжения на p-n переход.
5. Создание установки для наблюдения спектров испускания и поглощения в инфракрасном диапазоне.
6. Визуальное наблюдение отдельных видов люминесценции.

## **Специальный практикум по СВЧ полупроводниковой электронике, его значение и особенности**

А.Н. Комов

Самарский государственный университет, 443011, г. Самара, ул. ак. Павлова, 1

[komov@ssu.samara.ru](mailto:komov@ssu.samara.ru)

Опыт показывает, что специальный физический практикум является одним из эффективных средств для освоения дисциплин специальности. В некоторых случаях он может быть использован при изучении важнейших разделов физики, которые не вошли по какой-либо причине в программу специализации студента.

По специализации «Физика полупроводников» Самарского госуниверситета учебным планом не предусмотрено изучение дисциплин по СВЧ технике. Однако, учитывая, что СВЧ техника занимает достаточно широкую нишу в различных отраслях народного хозяйства, возникла необходимость в подготовке специалистов по физике полупроводников с уклоном СВЧ электроники. Для этой цели был разработан специальный практикум СВЧ полупроводниковой электроники.

В настоящем сообщении рассмотрены работы, входящие в этот практикум, решаемые задачи. При разработке практикума учтены знания и навыки студентов в области технологии полупроводников и изготовления приборов на их основе. В процессе выполнения работ студенты определяют требования к параметрам используемых образцов для

конкретного диапазона СВЧ излучения в соответствии с поставленной задачей.

Задачей практикума являлось освоение СВЧ методов исследования физических свойств полупроводников и определение возможности их практического использования для СВЧ техники.

Для решения этих задач студенту предлагались полупроводниковые материалы, свойства которых на сверхвысоких частотах изучены слабо. В этом случае практикум приобретал исследовательский характер. Полученные результаты при выполнении работ представляли научную новизну и практическую значимость, что позволяло студенту оформить их в виде тезисов на конференцию и для дипломной работы. В частности, датчики, изготовленные студентами, нашли применение для измерения больших уровней мощности непрерывного излучения в см и мм диапазонах длин волн.

## **Физический и вычислительный эксперименты в спецкурсе «Физика горения»**

Е.С. Прохоров

Новосибирский государственный педагогический университет  
630126 Новосибирск, ул. Виллюйская, 28, e-mail: [prokh@hydro.nsc.ru](mailto:prokh@hydro.nsc.ru)

Горение принадлежит к числу тех немногих явлений природы, открытие которых относится к самому раннему периоду истории человечества. Использование огня, не только положило начало овладению силами природы, но и в дальнейшем продолжает играть особую роль в ходе технического прогресса. Поэтому спецкурс «Физика горения» привлекает большое количество студентов. В спецкурсе значительное внимание уделяется роли физического (натурного) эксперимента и численного моделирования в современном развитии науки о горении. Метод получения научных результатов при численном моделировании с помощью ЭВМ часто называют вычислительным экспериментом.

Условно спецкурс «Физика горения» разбит на две части. Первоначально на лекциях, которые предшествует лабораторному практикуму, излагаются фундаментальные положения теории горения и основные экспериментальные и численные методы, применяемые для исследования этого явления. Студентам предоставляется возможность посетить специализированные научно-исследовательские лаборатории СО РАН.

В лабораторном практикуме исследуется процесс быстрого сверхзвукового горения (детонации) газовых реагирующих смесей в трубке. Сопоставляя результаты расчетов с экспериментальными данными, студенты могут самостоятельно модифицировать

математическую модель, так как разработанный для персонального компьютера вычислительный алгоритм позволяет оперативно варьировать влияние различных физико-химических факторов. В дальнейшем усовершенствованная численная модель используется для прогнозирования результатов, полученных в опытах с другими начальными условиями.

Если результаты неудовлетворительны, производится новая корректировка вычислительного алгоритма. Такая последовательность выполнения работы позволяет студентам лучше понять особенности исследуемого явления, а также почувствовать взаимосвязь и взаимодополняемость физического и вычислительного экспериментов в процессе познания.

## **Способ изучения влияния внешних факторов на поверхностное натяжение жидкости**

Н.В. Шепелев, Т.Н. Кондратьева

Омский государственный технический университет

644050 г. Омск-50, пр. Мира, 11, Электронная почта: [physics@omgtu.omsktelecom.ru](mailto:physics@omgtu.omsktelecom.ru)

Многие процессы в технике определяются поверхностным натяжением. Например: образование новых фаз при литье металлов, процессов смазки трущихся деталей, покрытие эмалью или красками твердых поверхностей т.д.

В процессе подготовки тех специалистов, в работе которых будут встречаться явления поверхностного натяжения в технологических и других процессах, необходимо более глубоко рассмотреть данное явление.

В Омском техническом университете была разработана лабораторная работа для изучения взаимосвязи поверхностного натяжения с воздействием внешних факторов на среду. Хорошо известно, что приращение свободной энергии, связанной с изменением химического потенциала поверхности твердого тела будет зависеть от изменения диэлектрической проницаемости твердого тела  $\delta F \sim \delta \epsilon$ . Само же изменение диэлектрической проницаемости под действием внешних факторов определяется вектором смещения среды под действием деформации и плотностью среды.

Таким образом, для того, чтобы продемонстрировать влияние изменения плотности на поверхностную энергию твердого тела, воздействуем на данную среду (твердое тело) ультразвуком.

Нами был предложен способ для демонстрации и проведения лабораторных работ "Способ определения изменения коэффициента поверхностного натяжения на границе раздела «твердое тело-жидкость»", на который был получен патент.

Устройство содержит двух полуволновой ( $\lambda=1$ ) волноводный тракт, который помещают в ультразвуковой вибратор. При возбуждении ультразвука в волноводе возникают изменения плотности. Перед началом работы волновод помещают горизонтально на оптическую скамью между экраном и осветителем. На волноводе размещают каплю жидкости. При включении ультразвукового вибратора изменяется краевой угол  $\theta$ .

Установка может быть использована для проведения лабораторной работы и лекционной демонстрации.

### **Лабораторная работа спецпрактикума по физике твердого тела «Определение положения уровня Ферми в полупроводнике электрохимическим методом»**

М.Х. Балапанов, Г.Р. Акманова, Р.А. Якшибаев

Башкирский государственный университет

450074, г. Уфа, ул. Фрунзе, 32

e-mail: [АкмановаGR@bsu.bashedu.ru](mailto:АкмановаGR@bsu.bashedu.ru)

Предлагается новая лабораторная работа спецпрактикума по физике твердого тела, которая посвящена изучению особого типа твердых тел, соединяющих в себе свойства полупроводника и суперионного проводника. Суперионные проводники составляют новый класс веществ, обладающих уникальными свойствами. Благодаря особенностям их кристаллической структуры они в твердом состоянии проводят ток ионов так же хорошо как жидкие электролиты, поэтому другое название этих материалов - твердые электролиты. Твердые электролиты нашли в настоящее время широкое применение в ионисторах, электрических датчиках концентрации газов, батарейках и аккумуляторах с повышенной плотностью энергии и невиданными ранее сроках хранения в десять и более лет, стеклах с управляемым током цветом и прозрачностью и т.п. Среди суперионных проводников особо выделяются материалы, которые одновременно имеют высочайшую ионную проводимость и электронную проводимость на уровне хороших полупроводников, их называют

смешанными проводниками. Подобными свойствами обладают, например, халькогениды меди и серебра. Они могут служить переходными электродами между ионной и электронной цепями тока в устройствах твердотельной ионники типа перечисленных выше.

Особенности этих полупроводников позволяют легко определять и с большой точностью изменять электрохимически относительную высоту уровня Ферми в них (или химический потенциал атомов относительно металлического электрода). Это дает уникальную возможность на одном и том же образце исследовать физические свойства этих материалов непосредственно в зависимости от положения уровня Ферми.

Выполнение лабораторной работы основано на применении метода кулонометрического титрования. Теория метода кулонометрического титрования была развита Карлом Вагнером применительно к халькогенидам серебра. Согласно Вагнеру между инертными графитовыми электродами, обладающими чисто электронной проводимостью, в электрохимической ячейке состава  $C / Cu / CuBr / Cu_{2-8}Se / C$  (1) возникает ЭДС  $E$ , которая определяется разностью химических потенциалов меди в

образце  $Cu_{2-8}Se$  ( $\mu_{Cu}$ ) и в металлической меди ( $\mu_{Cu}^0$ ) (2).

Равенство (2) показывает, что по ЭДС ячейки (1) можно судить об изменении химического потенциала  $Cu$  в образце, а, следовательно, и о содержании  $Cu$  в фазе  $Cu_{2-8}Se$ . По-другому, химический потенциал - это уровень Ферми- энергия, которая численно равна работе, необходимой для увеличения числа частиц в системе на единицу. Энергия Ферми – термодинамический потенциал Гиббса, отнесенный к одной частице.

Состав образца, то есть отношение металл/селен, можно с большей степенью точности изменять в пределах области гомогенности соединения электрохимическим способом, пропуская через ячейку типа (1) постоянный ток.

Поскольку применяется твердый электролит с практически нулевой электронной проводимостью, в цепи течет только ток ионов меди, и количество заряда  $I(t)$ , прошедшее через ячейку, является мерой изменения состава образца. В соответствии с законом Фарадея изменение стехиометрического индекса в формуле  $_{2-8}X$  определяется как

$$\Delta\delta = I \frac{t}{n_x} F \quad (3),$$

где  $n_x$  - число грамм/атомов селена в образце;  $I$  - сила тока;  $t$  - время пропускания тока.

Содержание лабораторной работы заключается в изучении электропроводности образца

$\text{Cu}_{2-\delta}\text{Se}$  как функции уровня Ферми. В первом упражнении изучается связь электронной проводимости  $\sigma_e$  стехиометрического селенида меди с относительной высотой уровня Ферми  $E$  в области собственной проводимости – по зависимости  $\sigma_e(E)$ , варьирование  $E$  производится изменением температуры. Во втором упражнении при постоянной температуре изучается связь электронной проводимости образца  $\text{Cu}_{2-\delta}\text{Se}$  с изменением уровня Ферми при вариации степени нестехиометричности  $\delta$ .

В третьем упражнении по температурной зависимости  $E(T)$  ЭДС ячейки (1) получают энтропии и энтальпии атомов меди.

## Аннигиляция позитронов

А.М. Полянский ООО «НПК ЭПТ», В.А. Полянский СПбГТУ

195220 Санкт-Петербург а/я 262, e-mail: vapol@ept.hop.stu.neva.ru

В докладе приводится описание лабораторной установки для изучения аннигиляции позитронов как одной из работ специального физического практикума. В этой лабораторной работе при изучении аннигиляции позитронов студенты знакомятся с современными приборами и методиками исследований в ядерной физике. С помощью эксперимента решается фундаментальная задача образования - установление взаимосвязей между различными разделами физики.

В одной работе применяются законы сохранения заряда, энергии и импульса. В методических указаниях описываются современные методы регистрации элементарных частиц, рассмотрен принцип работы и основные характеристики сцинтилляционного счетчика и приборов, обеспечивающих его работу: усилителя, дискриминатора, пересчетного устройства. Для выделения гамма-квантов, связанных с процессами аннигиляции используется схема совпадений.

При выполнении работы студенты измеряют счетную характеристику детектора и выбирают рабочую точку, определяют разрешающее время схемы совпадений, знакомятся с понятиями случайных и истинных совпадений и осваивают методы их экспериментального определения. При экспериментальном определении активности источника позитронов студенты знакомятся с понятиями телесного угла и эффективности регистрации детектора.

Студенты должны самостоятельно спланировать эксперимент так, чтобы погрешность определения числа случайных событий не превышала заданной величины.

В дополнительных заданиях предлагается: измерить угловые распределения гамма- и рентгеновских квантов, вылетающих из источника позитронов, оценить количество квантов тормозного рентгеновского излучения, обусловленных процессом торможения позитронов в материале источника, провести сравнение вольт-амперных характеристик термоэлектронов в вакуумной диоде и фотоэлектронов в вакуумном фотоэлементе и фотоэлектронном умножителе сцинтилляционного счетчика, используемого в данной работе.

## **Лабораторный капиллярно-поршневой вискозиметр для изучения свойств неньютоновских жидкостей**

Ф.М. Самигуллин, Е.С. Нефедьев, З.Ш. Идиятуллин,

С.Ф. Малацион, М.А. Черкас

Казанский государственный технологический университет,  
420015, Россия, Казань, ул. К.Маркса, 68. Казань, [zamilid@kstu.ru](mailto:zamilid@kstu.ru)

В лабораторном практикуме по общей физике чаще всего изучают вязкость неньютоновских жидкостей методом Стокса или с помощью капиллярных вискозиметров, например, Оствальда-Пинкевича. Изучение реологических характеристик неньютоновских жидкостей, как правило, проводят на спецпрактикумах [1] с применением сложных и дорогостоящих ротационных вискозиметров Воларовича, Реотест-2 и др. В последние годы в связи с тенденцией широкой специализации технических вузов становится актуальным внедрение в физпрактикум профессионально ориентированных работ. Так, например, для студентов нефтяного факультета, факультета пищевых технологий совершенно необходимы работы по изучению реологических свойств эмульсий, пищевых продуктов и т.д. Отсутствие простых в эксплуатации и дешевых вискозиметров с регулируемым диапазоном градиентов сдвига является, на наш взгляд, основным препятствием для изучения свойств неньютоновских жидкостей физическом практикуме в вузах.

Для относительных измерений вязкости маловязких жидкостей применяют стеклянные капиллярные вискозиметры. При этом измеряется время истечения определенного объема жидкости через калиброванный капилляр. Для неньютоновских жидкостей обычно используют простейшую возможность – течение под действием



собственного веса. Для вязких и неньютоновских жидкостей измерения проводят при принудительном давлении, однако при этом возникают сложности создания постоянного давления и точного его измерения.

Для измерения вязкости неньютоновских жидкостей на кафедре физики нашего университета разработан усовершенствованный капиллярно-поршневой вискозиметр постоянных давлений в котором устранены или уменьшены присущие капиллярным вискозиметрам недостатки: изменение высоты гидростатического столба жидкости во время истечения, замедленное стекание вязкой жидкости со стенок резервуара, проблемы точного определения времени истечения непрозрачных жидкостей, поправка на кинетическую энергию. Перемещение неуплотненного плавающего поршня автоматически регистрируется фотодатчиком положения и тем самым определяется объемный расход вещества. Перепад давления на концах капилляра не измеряется, а точно задается калиброванными грузами на поршне. Меняя диаметр капилляра и давление в системе, создаваемое грузом, легко получить практически любые значения градиента сдвига, что необходимо для снятия кривой течения и определения эффективной вязкости неньютоновской жидкости.

### Литература

1. Горелов Г.И. Определение эффективной вязкости консистентных жидкостей автоматическим капиллярным вискозиметром АКВ—2М. Методические указания к лаб. работе для студентов 4-го курса физического факультета, Изд-во "Самарский университет", 1997.

## **К методике проведения высокотемпературного лабораторного эксперимента в условиях вакуума**

В.К. Кумыков, Х.М. Гукетлов

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

360003 Нальчик, ул. Чернышевского, 173, email: [koumykov@hotmail.com](mailto:koumykov@hotmail.com)

Большое распространение в лабораторном эксперименте по физике получили исследования поверхности твердых и жидких металлов в условиях глубоко вакуума и высоких температур. Речь здесь идет о таких характеристиках поверхности, как

поверхностное натяжение, поверхностная энергия, краевой угол смачивания на различных межфазных границах, работа выхода электрона и т.д. Однако при этом следует учитывать, что на указанные характеристики могут влиять не только изучаемые добавки, но и различные загрязнения, наличие которых зачастую не контролируется.

Даже высокий вакуум еще не может обеспечить получение надежных результатов, если не приняты меры к тому, чтобы исключить влияние поверхностно-активных загрязнений, содержащихся в газовой фазе, хотя бы и сильно разреженной.

Существуют различные методы для определения поверхностных характеристик металлов и сплавов, однако общим во всех экспериментальных установках являются рабочий объем, в котором создается вакуум, и нагревательный элемент.

Существенные трудности возникают при реализации лабораторного эксперимента при высоких температурах. Как правило, нагревательные элементы их изготавливаются из тугоплавких металлов, таких как молибден, вольфрам, тантал, которые при высоких температурах обладают высокой упругостью паров, т.е., как принято выражаться, «летят». При этом они осаждаются на поверхность исследуемого образца, вызывая его загрязнение. Фактически в таких экспериментах измерения проводятся не на границе раздела металл - собственный пар, а на границе металл - пары нагревателя. Таким образом, достоверность данных, полученных в таких экспериментах, вызывает большие сомнения.

Другим способом нагревания образцов является их электронная бомбардировка. Существенным недостатком такого метода является разрушение поверхности образца, что опять-таки вызывает недоверие к данным, полученным таким путем.

Третьим способом нагревания, о котором следует упомянуть, является индукционный нагрев, серьезным недостатком которого является перемешивание капли жидкого металла при проведении эксперимента, а это вообще недопустимо, так как при таких измерениях говорить о равновесии капли не приходится.

Многолетний опыт проведения эксперимента при высоких температурах позволил разработать простой и надежный способ получения высоких температур, основанный на использовании фокусированного теплового излучения мощной ксеноновой лампы, которая обычно используется в кинопроекторных установках. Мощность таких ламп составляет 3 – 5 кВт, поэтому в ходе эксперимента они подвергаются принудительному воздушному или водяному охлаждению. Пучок света от ксеноновой лампы направляется через собирающую линзу и смотровое окошко с вакуумным уплотнением внутрь вакуумной

камеры, попадает на образец и разогревает его до необходимой температуры. Это дает возможность получения высоких (более 3000 К) температур, полностью исключая вероятность загрязнения рабочего объема парами посторонних веществ, ибо нагреватель расположен за его пределами.

Кроме измерения поверхностных характеристик данный способ разогрева хорошо зарекомендовал себя в опытах по металлизации керамики и вакуумного напыления.

## **Использование пакетов общего назначения в лабораторном эксперименте: исследование процесса распада струи**

В.В. Алексеев, С.Л. Лебедев, В.Г. Сытин

Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я.Яковлева

(428000, Чебоксары, К.Маркса, 38, lsl@chuvsu.ru)

Использование видеозаписи в качестве «датчика» дает сравнительно простой способ изучения быстропротекающих процессов в механике, гидродинамике, молекулярной физике и т.д. Не так давно для этих целей использовались специальная аппаратура и скоростные киноаппараты (типа СКС, СКМ), которые, справляясь с возложенными на них функциями, обладали рядом недостатков: сложность процесса измерения, грубый отсчет временных интервалов, невозможность корректировки полученных кадров и т.д.

Современные относительно недорогие любительские видеокамеры (фирм Panasonic, Sony и др.) позволяют получать покадровую развертку изображений с временным разрешением, изменяющимся в пределах 0,02–1 с, вполне приемлемую для многих учебных задач. В свою очередь, в продаже имеются недорогие серийно выпускаемые платы видеозахвата (ТВ-тюнеры) для персональных компьютеров, которые позволяют напрямую подключить видеокамеру или видеомагнитофон к компьютеру и записать на его жесткий диск видеофильм в одном из видеоформатов. Поставляемое вместе с ТВ-тюнером программное обеспечение позволяет варьировать скорость записи, контрастность, яркость, цветность и ряд других параметров. Кроме этого, оно обеспечивает сохранение выбранного кадра в каком-нибудь графическом формате для дальнейшей обработки в распространенных пакетах растровой графики общего назначения (Adobe PhotoShop, ZSoft Paintbrush, Corel

PhotoPaint, Macromedia FreeHand и др.). При этом характерные скорости изучаемых процессов должны определяться как размерами объектов, так и указанным выше временным разрешением используемого видеоборудования. Следует подчеркнуть, что используемые в лабораторном практикуме электронные системы слежения (электронные секундомеры в лабораторных установках серии FPM), как правило, привязаны к конкретной установке и, несмотря на большую точность, не обладают необходимой универсальностью.

Целью нашей работы было экспериментальное исследование процесса распада свободно падающей ламинарной струи. Несмотря на длительную историю, полной теории эффекта не существует. Полученная нами картина явления в целом подтверждает вывод о роли капиллярных волн в развитии неустойчивости профиля струи. Нам удалось измерить длину и максимальную амплитуду этих волн, а также проследить ряд характерных явлений, сопровождающих процесс отрыва капель.

## **Изучение анизотропии диэлектрической проницаемости вещества**

З.Х. Куватов

Башкирский государственный университет, физический факультет,

450074, Уфа, ул. Фрунзе 32, e-mail: [KouvatovZK@ic.bashedu.ru](mailto:KouvatovZK@ic.bashedu.ru)

Предлагается методика экспериментального изучения тензора низкочастотной диэлектрической проницаемости одноосного материала.

Используется плоская ячейка. В качестве изучаемого материала берется нематик. Для создания в образце монокристаллической упорядоченности с ориентацией оси симметрии в заданном направлении используется магнитное поле.

Экспериментально определяются зависимость диэлектрической проницаемости от направления относительно оси симметрии и главные значения тензора.

## Нестандартный практикум по экспериментальной физике - пример интеграции науки и образования

А.С. Золкин

Новосибирский государственный университет. Ул. Пирогова, 2, Новосибирск-90, 630090, Россия. [zolkina@phys.nsu.ru](mailto:zolkina@phys.nsu.ru)

Нами твёрдо установлено, что студенты младших (1-3) курсов участвующие в научной работе, эффективнее и более осознанно воспринимают программы общей и теоретической физики. Такие студенты гораздо лучше подготовлены к учёбе на базовых (выпускающих) кафедрах, к исследовательской деятельности в институтах Академии Наук и других организациях. С 1983 года в НГУ функционирует лаборатория, на базе которой был создан нестандартный практикум. Цель - создать условия, при которых студент осознанно учится, удовлетворяя свои творческие интересы, а также выявить способности студентов. В лаборатории работают несколько факультативных курсов, научные задачи которых соответствуют интересам студентов и актуальным научным направлениям. Например, «Высокотемпературная сверхпроводимость» (Институт Катализа СОРАН), «Радиоэлектроника» (Институт Ядерной Физики СОРАН), «Физика газового разряда» (НГУ), «Молекулярная физика» (НГУ), «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» (НГУ, ИЯФ), «Теплофизика» (Институт теплофизики СОРАН), «Квантовая электроника» (Институт лазерной физики СОРАН) и др. Руководители факультативных курсов – активно работающие научные сотрудники институтов научного центра. Студенты имеют возможность не только выполнить небольшое научное исследование, но и познакомиться с работой научных лабораторий, современными темами, методиками исследований. Не редки случаи, когда результаты студенческих работ (2-3 курс) докладываются студентами на серьёзных научных форумах, в том числе – за рубежом. Это способствует профессиональному росту и получению студентами стипендий и различных грантов. Факультативные курсы студенты посещают по желанию: это их выбор. Если студентам не интересен курс – его закрывают. Первые шесть семестров студенты выполняют четыре курсовых работ: по молекулярной физике, электричеству и магнетизму, оптике и атомной физике. Факультативы работают, как правило, с 18 до 21ч. один раз в неделю. Часть студентов посещает руководителя гораздо чаще. Институты Академии Наук помогают создавать экспериментальные установки, обеспечивают приборами, финансируют преподавателей. В докладе приводятся примеры

исследовательских тем на различных факультативах, научные отчёты студентов, а также сообщается о тех, кто и как создавал и развивал нестандартный практикум на кафедре общей физики НГУ.

## **Концепция комплексного учебного физического эксперимента по волновой оптике**

Н.Я. Молотков, В.Б. Дивак, О.В. Ломакина, В.В. Шальнев

Тамбовский государственный технический университет

392000, г. Тамбов, ул. Советская 106, ТГТУ, tolmat@teorm.nnn.tstu.ru

В курсе физики любого высшего учебного заведения раздел «Волновая оптика» не может в настоящее время ограничиваться изучением лишь узкого оптического диапазона длин волн, относящегося к видимому свету. Это обусловлено тем, что свет в рамках волновых представлений является лишь частным случаем широкого диапазона электромагнитных волн – от радиоволн до гамма излучения. Следовательно, изучение волновой оптики следует вести как изложение единой теории электромагнитных волн и его взаимодействия с веществом. Этой идеи придерживаются учебники по оптике А.Н. Матвеева, Д.В. Сивухина, Н.И. Калитеевского, А.Д. Суханова.

С другой стороны, новые волновые идеи, зародившиеся при исследовании света, проникают в другие области знания: радиофизику, средства связи, радионавигацию и др. Все это говорит о том, что, изучая оптические явления, следует утвердить взгляд обучаемых на них, как электромагнитные явления широкого диапазона волн и возможность их применения в других областях знания.

Реализации этих идей в учебном процессе способствует концепция комплексного учебного физического эксперимента по волновой оптике, в которой оптические явления одновременно экспериментально исследуются как в световом диапазоне волн, так и в радиодиапазоне электромагнитных волн ( $\lambda=3,2$  см). При этом экспериментальные исследования не дублируют друг друга, а взаимно дополняют и обогащают. Появилась возможность исследовать ряд тонких оптических явлений, которые ранее не внедрялись в учебный процесс, и тем самым значительно расширить круг явлений, исследуемых экспериментально на лекциях и в лабораторном практикуме.

При постановке эксперимента в сантиметровом диапазоне волн нами используются искусственные среды: металлоленточные, волноводные и слоистые диэлектрические структуры, которые имеют ряд преимуществ перед естественными средами, так как могут быть изготовлены с заранее заданными свойствами – однородными и неоднородными, изотропными и анизотропными, с показателем преломления  $n > 1$  и  $n < 1$  и т.д. А слоистые диэлектрические структуры являются полным аналогом кристалла исландского шпата. Опыт использования комплексного физического эксперимента показывает его эффективность.

## **К вопросу о реализации мюонного телескопа в рамках общего физического практикума**

И.В. Остроущенко

Челябинский Государственный Университет

454136 г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129. [Phys@lyc.schel.ac.ru](mailto:Phys@lyc.schel.ac.ru)

В процессе изучения курса общей физики возникает необходимость ознакомления студентов с процессами взаимодействия космических лучей с атмосферой Земли. Для этого мы предполагаем, что одним из способов достижения этих целей является постановка в рамках общего физического практикума лабораторных работ под общим названием “исследование космических лучей”.

Одним из вариантов является создание мюонного телескопа. Известно, лабораторная установка подобного типа создана в МИФИ. Отличительной особенностью данной установки является то, что она реализована на базе наносекундной электроники. Однако в силу ряда причин (отсутствие финансирования, недостаточная элементная база) нами была предпринята попытка реализации подобного проекта более доступными средствами, но в микросекундном диапазоне. Для этого была разработана схема, которая, как уже было сказано выше, работает в микросекундном диапазоне. Лабораторная установка была собрана в 1990 году. После комплекса пуско-наладочных работ установка была запущена в эксплуатацию. Начиная с 1991 года, прошла проверку в условиях реального учебного процесса. В настоящее время она отвечает всем требованиям, предъявляемым к лабораторным установкам подобного рода. Апробация этой лабораторной работы показала, что в условиях лабораторного практикума удастся получать воспроизводимые результаты

в течение длительного времени. Сравнение результатов, полученных на нашей лабораторной установке, с результатами, которые дает установка, разработанная в МИФИ, показывает явную корреляцию.

#### **Выводы:**

1. Разработан новый подход к постановке лабораторного физического эксперимента в рамках общего физического практикума.
2. Предлагаемая установка позволяет студентам получить полное представление о процессах, протекающих в околоземном космическом пространстве.
3. Данный подход дает возможность доступными средствами осуществить один из фундаментальных экспериментов по проверке СТО.

## **Использование устройств видеозахвата в лекционном эксперименте по физике**

А.В. Селиверстов, М.С. Дунин

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ, физический факультет, [avs@phys.web.ru](mailto:avs@phys.web.ru)

Бурное развитие мультимедиа-технологий и соответствующей элементной базы ЭВМ в последнее время открывает еще больше возможностей для построения лекционных демонстраций. В частности, в последнее время стали широко доступны устройства видеозахвата, позволяющие получать оцифрованное видеоизображение на компьютере, еще недавно сравнимые по цене с самим компьютером. В то же время вычислительные мощности компьютеров выросли настолько, что возможна обработка изображений в режиме реального времени.

На физическом факультете МГУ создан демонстрационный комплекс, включающий в себя компьютер, устройство видеозахвата и видеокамеру. Разработано программное обеспечение, позволяющее получать оцифрованное видеоизображение с устройства видеозахвата и проводить его количественную обработку в реальном времени.

Анализ применимости показал, что разработанный комплекс может быть использован для проведения количественных лекционных демонстраций, связанных с различными разделами курса общей физики. В механике, например, с его помощью можно исследовать кинематические характеристики движения тел, в оптике - проводить анализ распределения интенсивности световых полей.

На основе созданного демонстрационного комплекса и программного обеспечения



предложены и разработаны следующие лекционные демонстрации, используемые в учебном процессе на физическом факультете МГУ:

- Подъем жидкости в клине (капиллярные силы): наблюдение профиля поверхности жидкости вблизи острого угла клиновидной кюветы, проверка соответствия профиля поверхности жидкости гиперболе;
- Броуновское движение: наблюдение броуновского движения, построение траектории движущейся частицы, демонстрация временной зависимости квадрата смещения частицы от начального положения;
- Группа демонстраций по интерференции и дифракции света: наблюдение интерференционных и дифракционных картин, графика зависимости интенсивности от  $x$ -координаты, восстановление поверхности разности фаз интерферирующих пучков;
- Рассеяние света: зависимость интенсивности рассеянного света от частоты излучения.

## **Изучение спекл-полей оптическими методами.**

Ю.А. Фадеев

Кузбасский государственный технический университет,

650026, Кемерово, ул. Весенняя 28, E-mail: [gdb@kuzstu.as.ru](mailto:gdb@kuzstu.as.ru)

Развитые спекл-поля наблюдаются при дифракции широких лазерных пучках на сильношероховатой поверхности или сильнорассеивающем случайном транспорте.

Фрагмент поверхности, освещенной пучком, может быть представлен набором нескольких участков, которые являются независимыми источниками вторичных световых волн. Если число неоднородностей освещенного участка поверхности достаточно велико, то комплексная амплитуда рассеянного поля подчиняется Гауссовому распределению. Одной из важных характеристик, получаемых в лабораторном физическом эксперименте, является контраст спеклов. Определяя усредненную интенсивность при рассеянии света на объектах, определяется контраст спеклов. Контраст спеклов характеризует глубину пространственной модуляции рассеянного поля. Он является аналогом интерференционных полей, которые наблюдаются при интерференции гладких полей.

При выполнении эксперимента выясняют реализацию основных условий:

- статистика поля должна быть
- контраст спеклов равен единице;

- все статические характеристики должны быть идентичными.

Спеклы могут изменяться во времени, т. е. быть динамичными. Если лазерный пучок перемещать по различным участкам поверхности, то положение рассеивателей изменяется. Это приведет к отличиям спекл-поля от предыдущей (происходит частичная декорреляция спеклов). При непрерывном движении пучка относительно шероховатой поверхности реализации спекл-полей постепенно видоизменяются. Таким образом, изучается динамика спекл-полей.

Исследование спекл-полей проводится на оптической установке.

Установка включает лазер, экран, набор рассеивающих сред разной природы, оптическую скамью.

## **Физический практикум как средство повышения мотивации к освоению курса физики в техническом вузе**

А.А. Колесникова, Т.В. Лавряшина, Ю.А. Фадеев

КузГТУ, Кемерово, 650026, Весенняя 28, [gdb@kuzstu.as.ru](mailto:gdb@kuzstu.as.ru)

Обсуждается цикл лабораторных работ, предлагаемых кафедрой физики для студентов строительных специальностей.

Цель данного цикла работ:

а) выявление межпредметных связей (физика, теоретическая механика, физика твердого тела, дисциплины специальных кафедр);

б) согласование программ для углубленного изложения некоторых разделов курса общей физики;

в) активизация самостоятельной работы студентов в ходе поиска решения нестандартных экспериментальных задач;

г) использование теоретических предпосылок курса физики для решения практических вопросов, связанных с их будущей профессиональной деятельностью.

Ожидаемый результат – повышение мотивации к освоению курса физики.

В основе цикла работ, предлагаемых для студентов строительных специальностей, лежат физические методы измерения малых деформаций (электрический, интерференционный, фотоупругости). Так, изменение сопротивления деформированных тензочувствительных образцов положено в основу определения упругих напряжений и

модуля Юнга. Для данного метода характерны простота и наглядность, возможность оценки распределения нагрузки при деформации изгиба в сочетании с возможностью точного измерения малых изменений сопротивления.

Пьезооптический эффект на прозрачных деформируемых моделях при их одностороннем сжатии используется для определения коэффициента фотоупругости, средних и локальных напряжений. Анализ внутренних напряжений осуществляется с помощью полярископа ПКС-М, снабженного дополнительным индикатором часового типа МИ Ч-10.

Прилагаются иллюстрации макетов лабораторных установок и электронные копии методических указаний к выполнению данного цикла работ.

**Секция IV "Физический практикум в школе"****Рук.: Владимир Иванович НИКОЛАЕВ, проф. МГУ****им. М.В. Ломоносова****Александр Викторович СМИРНОВ, профессор МПГУ****29 мая (с 10 до 13)****Современный физический эксперимент в школе и вузе****Е.К. Ратникова, Т.Г. Иксанова**

Башкирский государственный педагогический университет, г. Уфа

Целью любой науки является сбор, систематизация и обобщение научных фактов. На основе всего этого формулируется гипотеза, которая в случае положительного результата прогнозируемых явлений переходит в ранг теории. Научные теории определяют содержание научных знаний. Таким образом, наука представляет собой совокупность знаний в той или иной области. Учебная наука двояка: она позволяет овладеть 1) ранее приобретенным человечеством комплексом знаний и его использованием для дальнейшего прогресса; 2) методологией науки.

Подход в обучении определяется поставленной задачей. Если задачей обучения является просто овладение комплексом знаний, то это предполагает традиционную методику обучения: заучивание и воспроизведение материала, применение полученных знаний в аналогичных ситуациях. Задачей физики как учебного предмета является не только усвоение определенного материала, но и освоение метода физического познания, овладение логикой научного мышления. Вторая часть задачи делает физику методологической наукой, повышает ее статус до уровня фундаментальной науки.

Излишний академизм, абстрагирование и частое постулирование на раннем этапе обучения отрывает учащегося от реальности. В его сознании возникает психологический барьер, препятствующий осознанному усвоению учебного материала. Преобладающее число часов языка (русского, родного, иностранного) и математики (по сути своей тоже языка) в школе приводит к формализации знаний, магии слова и числа, путает приоритеты: что первично, что вторично, вызывает создание ложного образа некоего абсолюта. Чтобы избежать подобного, уже на ранних этапах обучения можно вносить исследовательский элемент в учебную деятельность.

Обучение физике в вузе начинается с ломки сложившихся представлений. На первое место выступает реальный научный факт. Одной из задач обучения является выработка стиля научного мышления студентов, структурирование физического знания и отработка этих отдельных структур. При таком подходе методические навыки студента становятся неразрывно связанными с содержанием предмета.

## **Автоматизированный лекционный эксперимент по измерению ускорения свободного падения баллистическим методом**

М.В. Семенов, А.А. Якута

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Кафедра общей физики

119992, г. Москва, Ленинские горы, МГУ, физический факультет, КОФ, КФД

[yakuta@genphys.phys.msu.su](mailto:yakuta@genphys.phys.msu.su)

Измерение ускорения свободного падения  $g$  является классическим учебным экспериментом. Лабораторная работа с таким названием традиционно выполняется студентами в общем физическом практикуме. Как правило, при этом применяются косвенные методы измерений. Гораздо реже для учебных целей используются прямые методы измерения  $g$ , в частности баллистический. Суть этого метода состоит в бросании тела в вертикальном направлении (вверх или вниз), определении моментов времени, в которые оно проходит через точки с известными координатами, и последующем вычислении ускорения с использованием известных формул кинематики. Малая распространенность прямых методов измерения  $g$  в учебном эксперименте объясняется их сложностью, высокими требованиями к точности измерений и необходимостью удаления из экспериментальной установки воздуха, наличие которого не позволяет непосредственно определять величину ускорения свободного падения для вакуума. Еще более затруднительной является постановка лекционных экспериментов по измерению  $g$ . Это связано с тем, что косвенные измерения занимают довольно много времени, а прямые сложны.

В данном докладе описывается созданная в Кабинете физических демонстраций физического факультета МГУ автоматизированная демонстрационная установка, реализующая один из вариантов баллистического метода измерения ускорения свободного падения. Особенностью предлагаемого метода является то, что он позволяет определять величину  $g$  для вакуума, наблюдая падение тел в воздухе. Описываются простой способ подключения установки к компьютеру и методика измерения малых промежутков времени при помощи его внутренних часов. Также излагается и обосновывается метод обработки получаемых экспериментальных данных, при помощи которого можно, используя компьютер, непосредственно во время лекции быстро измерять  $g$  с относительной точностью  $\sim 0,1\%$ .

Приводятся экспериментальные результаты. Описанный демонстрационный эксперимент может быть также реализован в виде лабораторной работы общего физического практикума.

## Пьезоэлектрический эффект в лекционном физическом эксперименте в вузах и школе

Э.Л. Каган, В.В. Панченко

Волгоградский государственный педагогический университет, 400131, Волгоград

пр. В.И. Ленина, 27, E-mail: vpanchen@vspu.ru

Пьезоэлектрический эффект является одним из важных разделов физики диэлектриков и физики твердого тела. Прямой и обратный пьезоэффекты в наши дни находят многочисленные технические, медицинские и бытовые применения. Поэтому изучение пьезоэффекта представляется важным как в средней школе, так и в технических и педагогических вузах.

В лекционном и лабораторном эксперименте могут демонстрироваться как пьезоэлектрический эффект сам по себе, так и его разнообразные применения. В докладе рассматривается ряд экспериментов, демонстрирующих прямой и обратный пьезоэффекты. Предлагается, в частности, усовершенствованный источник электрических зарядов «Пьезостат», использующий прямой пьезоэлектрический эффект и предназначенный для проведения демонстрационных опытов по электростатике. Пьезостат выгодно отличается от традиционных источников электрического заряда, применяющихся сейчас в школах и вузах. К его преимуществам относятся: высокая надежность, автономность (прибор не нуждается во внешнем источнике питания), ничтожно малое время для получения зарядов обоих знаков, исключение влияния внешних воздействий (пьезогенераторы герметизированы) и др. О первоначальных моделях прибора сообщалось на Международных конференциях [1,2]. Проект был поддержан грантом Ramapo College Foundation, New Jersey, USA. Модель с улучшенными характеристиками использует пьезокерамику на основе ЦТС и позволяет демонстрировать все опыты по электростатике, предусмотренные школьной и вузовскими программами по физике.

В докладе описываются опыты не только по пьезоэффекту, но и с керамикой типа перовскит, в которой наблюдается явление высокотемпературной сверхпроводимости. Для демонстрации этого явления на одном из Волгоградских заводов были изготовлены образцы состава  $YBa_2Cu_3O_7$ . Температура фазового перехода в сверхпроводящее состояние для этого материала близка к 90 К, поэтому эффект можно демонстрировать при температуре кипения жидкого азота. Над образцом иттриевой керамики, находящемся в кювете с жидким азотом, наблюдалась левитация небольшого цилиндрического магнита. Демонстрация производит большое впечатление на студентов, что может быть объяснено как экстраординарностью самого явления, так и тем, что эффект был открыт не очень давно и еще во многих учебниках не описан.

1. Каган Э. Л., Панченко В. В., V Международная Конференция: Физика в системе современного образования-99, т. 3, стр. 37, С.-Петербург, 1999.
2. Э.Л. Каган, В.В. Панченко, Современный физический практикум, Сб. тезисов докл. VI Учебно-метод. Конференции стран Содружества, Самара, стр. 107, Москва, 2000.

## Каталог лекционных демонстраций по курсу общей физики

В.Н. Кунин, Л.В. Грунская, А.Ф. Галкин, В.В. Дорожков, В.П. Кондаков, В.С. Плешивцев, А.А. Шишелов

Владимирский государственный университет, 600000, Владимир, ул. Горького, 87

[grunsk-m2@vpti.vladimir.su](mailto:grunsk-m2@vpti.vladimir.su)

С 1972 года кафедрой Общей и прикладной физики разрабатывается каталог лекционных демонстраций по курсу общей физики с комплексом соответствующего оборудования для проведения лекционных демонстраций.

По Д.М. Максвеллу целью иллюстративных опытов является освещение некоторых научных идей для того, чтобы сделать их понятными студенту. Условия опыта должны быть подобраны так, чтобы явления, которые мы хотим наблюдать или показать, выступали на первый план, а не затенялись или запутывались явлениями, как это имеет место, когда явление происходит в обычных естественных условиях. Чем проще материалы иллюстративного опыта и чем более они привычны для учащихся, тем глубже он поймет идею, которую должен иллюстрировать этот опыт. Воспитательная ценность таких опытов часто обратно пропорциональна сложности приборов. Здесь идет речь о воспитании естественнонаучного образа мышления студента. Лекционный эксперимент представляет собой количественный опыт, выполненный лектором или демонстратором для подтверждения или получения количественных соотношений. В лекционном эксперименте можно вычислить соответствующую ошибку опыта.

Подготовлен к изданию «Каталог лекционных демонстраций» с подробным описанием 500 лекционных экспериментов по следующим разделам физики: 1) Физические основы механики; 2) Механика жидкостей и газов; 3) Физические основы молекулярной физики и термодинамики; 4) Электричество и магнетизм; 5) Теория колебаний и волн; 6) Оптика. Каталог разработан на основе кафедральной картотеки лекционных демонстраций и содержит описание современной физической аудитории и ее оборудования; изложены требования, предъявляемые к лекционным экспериментам; задачи, решаемые лекционными экспериментами; рекомендации по методике его проведения; технология подготовки лекционного эксперимента; техническое описание установок и методические указания по проведению лекционных экспериментов.

Каталог представлен на выставке «Учебные технологии-96» в 1996 году на Нижегородской ярмарке. Серьезной базой для создания каталога лекционных демонстраций послужил опыт эксплуатации специализированной физической лекционной аудитории, представленной на ВДНХ.

## **Лекционные демонстрации распределения Максвелла и процесса максвеллизации распределения по скоростям сталкивающихся частиц**

В.В. Монахов, В.А. Соловьев, А.В. Кожедуб, М.П. Ткачева

Физический факультет СПбГУ

198504,СПб,ул.Ульяновская, д.1,НИИФ [monakhov@cph3.phys.spbu.ru](mailto:monakhov@cph3.phys.spbu.ru)

На основе среды BARSIC [1,2] нами разработан ряд программ по теме “Молекулярная физика и термодинамика” для студентов 1 курса для проведения лекционных демонстраций и помощи при самостоятельной работе студентов (проведения виртуального практикума). Разработка преследовала два класса методических целей:

1. Показать в наглядной и впечатляющей форме, облегчающей запоминание в рамках обязательного материала, модели, физические основания и графики наиболее важных и трудно усваиваемых результатов теоретического курса;

2. Обратить внимание на тонкие вопросы и трудности, возникающие в аналитических теориях и/или при математическом моделировании, с выходом за рамки обязательного материала. Этот второй класс целей, кроме очевидной задачи развития физической интуиции и умения думать над физическими проблемами, должен в скрытой форме, ненавязчиво и потому более эффективно, заставлять запоминать обязательную информацию.

Моделирование молекулярного движения проводится на двумерной модели газа твердых сфер в ящике с зеркально отражающими стенками. Предполагается сосредоточение внимание учащихся на процессах хаотизации движения в результате столкновений. Имеется возможность изменения основных параметров модели (числа молекул, масс, эффективных сечений и изображаемых размеров молекул, характерных скоростей или температуры, начального распределения скоростей, масштаба времени) в широких пределах для наилучшей реализации методических целей преподавателя (или для “игры” самостоятельно обучающегося студента). Состояние системы (включая как выбранные наборы параметров, так и “набранные” за время моделирования распределения) можно запоминать в файле. Это позволяет осуществлять быстрый вызов модели соответствующего состояния системы в процессе лекционной демонстрации или при постановке задачи виртуальной лабораторной работы.

Предусмотрена параллельная демонстрация двух типов гистограмм:





а) реализация распределения вероятностей по суммированию времен пребывания выделенной молекулы (она показывается другим цветом) в состояниях с заданными скоростями; одновременно показывается мгновенное значение ее скорости; возможно "закулисное" накопление статистики во время показа других программ с демонстрацией постепенного приближения гистограммы к теоретической плавной кривой распределения;

б) периодически обновляемые гистограммы мгновенных распределений по скоростям (числу молекул, попадающих в заданный интервал): демонстрация размаха отклонений от теоретической кривой в зависимости от числа молекул в системе; хаотизации первоначального неравновесного распределения (например, анизотропного или с движением одной выделенной молекулы).

На модели теплопередачи между двумя газами за счет столкновений с макроскопическим поршнем показывается зависимость давления от числа и средней энергии молекул и флуктуации давления (броуновское движение поршня).

На модели двух первоначально упорядоченных систем различной плотности (вплоть до модели кристалла из твердых сфер) можно демонстрировать процессы взаимной диффузии и распространения температурной волны.

Предусмотрена возможность приостанавливать работу модели на время, необходимое для объяснения наблюдаемых процессов, с дальнейшим продолжением развития процессов.

Описанные программы апробированы при проведении занятий со студентами физического факультета СПбГУ. Работа над комплексом продолжается.

### Литература

1. Монахов В.В., Кожедуб А.В. и др. BARSIC – интегрированная среда и язык программирования для физиков. Вестник СПбГУ, Сер.4, 1998, Вып.3 (N18), с.112–114.
2. Монахов В.В., Кожедуб А.В. Программный комплекс BARSIC. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2001611610, 2001 г.

## Лабораторная работа по изучению движения тел по наклонной плоскости на базе установки ФРМ–15.

А.А.Кропотов, КИМ Де ЧАН, И.Г.Махро

Братский государственный технический университет

665709,г. Братск, ул. Макаренко 40, (3953)333658, e-mail:махро@brstu.ru

На кафедре физики Братского государственного технического университета разработана простая лабораторная установка для изучения движения тел по наклонной плоскости. Данная установка создана на базе стандартной установки ФРМ-15 «Наклонный маятник», ее вид представлен на рис. 1.

В основании измерительной установки находится миллисекундомер 1. К кронштейну 2 прикреплена шкала 3 для установки угла наклона желоба. Для наклона желоба 4 и его фиксации при заданном угле используется винт 5 и маховик 6. При скатывании шарика Ш по желобу миллисекундомер включается автоматически с помощью фотоэлектрических датчиков 7 и 8, установленных в начале и конце желоба 4. При включении прибора в сеть электромагнит 9, установленный в верхней части кронштейна 2, удерживает шарик в состоянии покоя. Установка сконструирована так, что при нажатии клавиши «ПУСК» отключение электромагнита происходит одновременно с включением миллисекундомера.

На данной установке можно осуществить проверку закона сохранения механической энергии при скатывании тела правильной геометрической формы с наклонной плоскости, акцентируя внимание студентов на том, что полная механическая энергия катящегося по наклонной плоскости тела состоит из потенциальной энергии тела, кинетической энергии поступательного движения и кинетической энергии вращательного движения. Для изучения движения тел при их скольжении по наклонной плоскости желоб цилиндрической формы может быть заменен на желоб прямоугольной формы. Постепенно изменяя угол наклона желоба, можно найти предельный угол, при котором тело начинает соскальзывать с наклонной плоскости. С помощью данной установки можно решать и другие экспериментальные задачи.

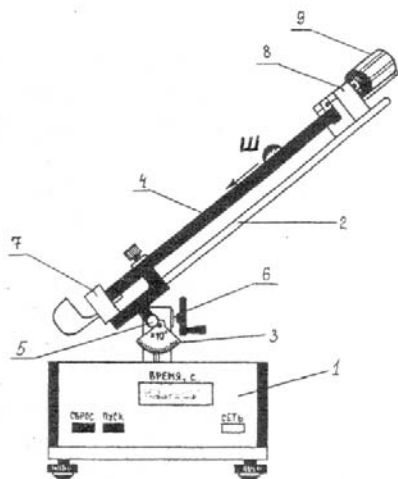


Рис. 1

## **Занимательные экспериментальные задачи по физике на компакт - диске**

А.И.Скворцов, А.И.Фишман

Казанский государственный университет

420008, Казань, ул.Кремлевская 18. e-mail: aif@ksu.ru

Решение задач – это одновременно и цель, и средство физического образования. Этот вид учебной деятельности позволяет активно влиять на развитие творческих способностей у студентов, интереса к познавательной деятельности, на формирование положительных мотивов обучения. Интересно поставленная задача может увлечь, захватить студента, заставить его искать и найти ответ.

В предыдущих работах<sup>1,2</sup> описаны первая и вторая части оригинального видеозадачника по физике на компакт-дисках. Основная идея, положенная в основу этого пособия, состоит в том, что студенту предлагается посмотреть видеофрагмент, в котором показан реальный физический эксперимент, и ответить на поставленные вопросы. Задачи с таким способом формулировки условия можно отнести к классу задач с неполным условием. Они максимально приближены к практике. Их решение, требующее построения и анализа той или иной физической модели, по существу является научным исследованием. Важными критериями при отборе задач являются их занимательность, а иногда и парадоксальность происходящего.

В докладе обсуждается третья часть видеозадачника. В этой части появляется возможность измерения расстояний и углов, промежутков времени, интенсивности звука. С одной стороны, этот инструментарий значительно расширяет возможности постановки количественных задач, предполагающих получение ответа в числовом виде, а с другой – развивает у студентов навыки проведения измерений и обработки экспериментальных данных. Как и в предыдущих частях, все задачи сопровождаются подробными ответами с необходимыми дополнительными видеофрагментами и иллюстрациями.

### **Литература**

1. *А.И.Фишман, А.И.Скворцов*. Опыт создания видеозадачника по физике. Физическое образование в вузах. 1998, т. 4, вып. 2. С. 90 – 92.
2. *А.И.Скворцов, А.И.Фишман*. Компьютерная реализация видеозадачника по физике. Тез. докл. съезда российских физиков – преподавателей «Физическое образование в XXI веке», Москва, 28 – 30 июня 2000 г. С. 245

## Измерение угловой скорости вращения Земли с помощью маятника Фуко

Н.П. Дымченко

Комсомольский–на–Амуре государственный педагогический университет, 681024,

Комсомольск–на–Амуре, пр. Первостроителей д. 19, кв. 121, e-mail: dymchenko@kmscom.ru

Общеизвестна роль маятника Фуко для демонстрации неинерциальности системы отсчета, связанной с Землей, вследствие ее суточного вращения. Для этих целей было предложено достаточно большое число вариантов этого опыта. В данном сообщении рассматривается вариант установки, позволяющий проводить как демонстрацию этого эффекта, так и на ее основе проводить лабораторную работу по измерению угловой скорости суточного вращения Земли.

Установка состоит из маятника, отсчетного устройства и системы пуска маятника. Основное требование к маятнику, высокая добротность, было реализовано путем выбора достаточно массивного груза (5 кг), подвешенного на проволоке диаметром 1 мм и длиной 3 м, и с помощью специального подвеса, имеющего две степени свободы. Для уменьшения трения вертикальная и горизонтальная оси узла подвеса маятника выполнены на основе шарикоподшипников. Для устранения толчков, перпендикулярных плоскости качания маятника в начале колебания, использовался электромагнит, удерживающий первоначально маятник в отклоненном положении. Отсчетное устройство для фиксации поворота плоскости качания маятника было выполнено на основе теодолита, располагаемого в держателе на рельсе типа "ласточкиного хвоста", и гелий-неонового лазера. Лазер укреплялся на гониометре и мог юстироваться с помощью винтов в нужном направлении. Фиксация изображения проволоки проводилась на экране, расположенном на расстоянии 12 м от оси подвеса маятника. Время наблюдения измерялось с помощью секундомера.

Измерение угловой скорости с помощью данной установки было выполнено на основе 3-х опытов и дало значение угловой скорости вращения Земли  $(6,71 \pm 0,67) \cdot 10^{-5}$  рад/с при надежности опыта 90%, точное же значение равно  $7,27 \cdot 10^{-5}$  рад/с. Разница составляет примерно 8%, что вполне достаточно для учебного эксперимента такого типа. Смещение луча на экране за время опыта (20 мин) составляло примерно 10 см. Даже при уменьшении времени наблюдения в 4 раза, смещение луча на экране остается заметным, что позволяет использовать данную установку и для целей демонстрации.

## Оценка момента сил трения на маятнике Обербека: проблемы физического моделирования, учета специфики вуза и использование работ исследовательского характера в процессе обучения

Ю.А. Бражкин, Г.С. Каленков, С.Г. Каленков, В.Н. Сизякова

В докладе рассматривается модифицированная работа «маятник Обербека». Особое внимание обращается на оценку момента силы трения.

Студенту в работе предлагается:

оценить момент сил трения на традиционной установке – на маятнике Обербека:  $M_{тр.покоя} = \Delta m_0 g r$ , где  $\Delta m_0$  - минимальный груз, который приводит маятник в движение,  $r$  - радиус шкива;  $M_{тр.скольжения} = \frac{I\pi}{n\tau^2}$ , где  $I$  - момент инерции маятника Обербека, относительно оси вращения,  $n$  - число оборотов раскрученного маятника без груза до его остановки,  $\tau$  - время одного оборота маятника;

оценить момент сил трения покоя и «зону застоя» на видоизмененной установке: груз, снятый с одной из спиц маятника Обербека, закрепляется на другой, так что на одной из спиц оказывается два груза. Маятник в этом случае может совершать колебания относительно оси вращения.  $M_{тр.покоя} = mg\Delta x$ , где  $m$  - масса одного из грузов на одной из спиц маятника,  $\Delta x$  - «зона застоя»;

провести анализ и убедиться, возможно ли на маятнике Обербека не учитывать силы трения при проведении эксперимента, т.е. самому убедиться до каких пределов остаётся справедливой идеализированная модель - движение без трения.

На практике ознакомиться с методом физического моделирования, и его роли в научном познании. Для этой цели численно решается задача о движении тела по наклонной плоскости при условии, когда  $\mu = T(t)F(v)$ , а угол наклона плоскости лишь слегка превышает критическое значение, так что скатывающая сила порядка среднего значения силы трения.

Демонстрационная программа написана на языке Visual C++ 6.0 с использованием стандартных функций.

## О возможном способе определения линейного ускорения при работе с крестом Обербека

М.И. Давидзон, А.А. Хрунов

Ивановский государственный университет, 153025 г. Иваново, ул. Ермака, 39, каф.

общей физики; E-mail [lena@fam.ufps.ipn.ru](mailto:lena@fam.ufps.ipn.ru)

В физическом практикуме по механике при изучении динамики вращательного движения с помощью креста Обербека обычно предлагается линейное ускорение креста считать постоянным и определять его по формуле (1) где  $a$  - ускорение,  $S$  - отрезок пути, пройденный грузами,  $t$  - время движения грузов.

Между тем, ясно, что крест Обербека и грузы, приводящие его во вращение, испытывают действие сил сопротивления и в принципе равенство (1) не выполняется. Можно полагать, что момент сил сопротивления направлен против момента силы тяжести и, соответственно, ускорение будет меньше по сравнению с величиной, рассчитанной по (1). Предлагается полученные в результате эксперимента данные  $S(t)$  для каждого груза представлять с помощью программы Excel-97 (или имеющейся другой) персонального компьютера в виде, например, полинома второй степени (2) или другой функции  $S = bt^2 + ct + d$ . Здесь  $b, c, d$  - постоянные.

Продифференцировав выражение (2) дважды можно найти ускорение и требуемые в лабораторной работе величины.

При таком подходе уже на ранней ступени обучения студенты привыкают к использованию персональных компьютеров. Вместе с тем, ПК в данном случае не заменяет собой реальный физический эксперимент.

## Некоторые дидактические понятия школьного физического практикума

В.В. Майер

Глазовский государственный педагогический институт

427621, Удмуртия, г. Глазов, Первомайская, 25, Физический факультет

[mayer-uf@udm.net](mailto:mayer-uf@udm.net)

Физический практикум — это фрагментарная или полная система учебных экспериментов по курсу физики, выполняемых учащимися самостоятельно по

сформулированным учителем заданиям. В зависимости от уровня информативности заданий деятельность учащихся в практикуме носит репродуктивный, продуктивный или творческий характер.

Учебные эксперименты физического практикума фактически представляют собой экспериментальные доказательства и делятся на четыре группы: *феноменологические* — доказывающие существование физических явлений, *функциональные* — обосновывающие наличие определенных зависимостей между физическими величинами, *константные* — определяющие значения физических величин в том числе фундаментальных констант, *прикладные* — показывающие возможность создания физических приборов или иных устройств. Эксперименты практикума включают совокупности или серии отдельных опытов, каждый из которых содержит три обязательных структурных компонента: условия, результат и анализ.

Использование термина «лабораторная работа» по отношению к эксперименту физического практикума нецелесообразно по следующим причинам: 1) физический эксперимент не является работой в полном смысле этого слова; 2) термин «работа» в современной психолого–педагогической литературе вытеснен термином «деятельность»; 3) термин «лабораторная работа» в настоящее время широко используется в преподавании целого ряда дисциплин, в частности, в информатике. По аналогичным соображениям следует избегать термина «упражнение», который нередко применяется для обозначения части лабораторной работы.

В традиционном школьном практикуме явное предпочтение отдается экспериментам функционального и константного характера. Поэтому выполняя практикум, учащиеся стремятся провести измерения, сделать вычисления, оценить погрешности, оформить отчет и получить зачет. Очевидно, подобная деятельность действительно может в определенном смысле считаться работой, но она недостаточна, если иметь в виду овладение учащимися физическим экспериментом как методом научного познания.

Известно, что центральное место в исследованиях великих экспериментаторов (Ньютон, Фарадей, Резерфорд), занимали феноменологические эксперименты, доказывающие существование физических явлений, а функциональные и константные, хотя и играли важную роль, но находились на втором плане и часто выполнялись с недопустимо большими по школьным меркам погрешностями измерений. Поскольку учебное познание является дидактической моделью научного, можно заключить, что формирование в

сознании учащихся основ метода научного познания обеспечит такой школьный физический практикум, который содержит достаточное количество феноменологических экспериментов преимущественно качественного характера. Оценка деятельности учащихся при этом определится степенью усвоения ими условий и результатов, а также глубиной проведения анализа экспериментов. Она может быть получена при демонстрации эксперимента, собеседовании или проверке рабочей тетради учащегося.

## Школьная физическая лаборатория – трансформер

В.Г. Речкалов

г. Челябинск

Лаборатория, о которой идет речь в этой статье, имеет рабочее название «Эксла», что в развернутом виде должно означать «Экспериментальная лаборатория». Появилась она совсем недавно – в январе прошлого (2001г.) года. По замыслу конструкторов эта новая разработка должна в некоторой степени решить следующие задачи:

1. Предоставить учителю достаточно широкий выбор лабораторных, практических и демонстрационных работ по доступным для школы ценам.
2. Предоставить учителю возможность ставить и решать творческие задачи.
3. Обеспечить простоту, наглядность и доступность.
4. Приблизить школьное физическое оборудование к современным требованиям к дизайну и качеству исполнения.
5. Обеспечить удобство хранения и простоту обслуживания.

В основу комплекса «Эксла» положены три основных принципа, которые в некоторой степени позволяют приблизиться к решению этих достаточно сложных и противоречивых задач:

1. принцип конструктора
2. модульность
3. использование *легко трансформируемой* скелетной опорной конструкции, на которой собираются и крепятся все узлы и детали конструктора.

В соответствии с принципом модульности комплекс делится на несколько комплектов. К настоящему времени полностью разработан комплект по механике и частично комплект по оптике. В дальнейшем предполагается создание комплекта по кинематике



плоских механизмов и электродинамике. Каждый комплект, в соответствии с принципом конструктора состоит из отдельных деталей и хранится в отдельном ящике. Скелетная опорная конструкция собирается из отдельных труб различной длины при помощи специальных соединительных элементов. Варианты сборки могут быть самые различные. В качестве стандартных вариантов предлагается два. Плоская стандартная рама, которая может быть закреплена прямо на школьной доске (рис.1) и опять же плоская опорная рама с двумя опорами в нижней части для установки ее на столе (рис.2).

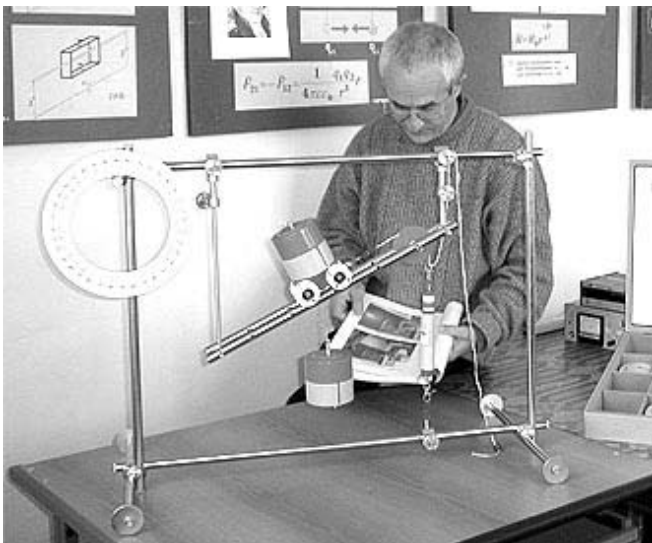
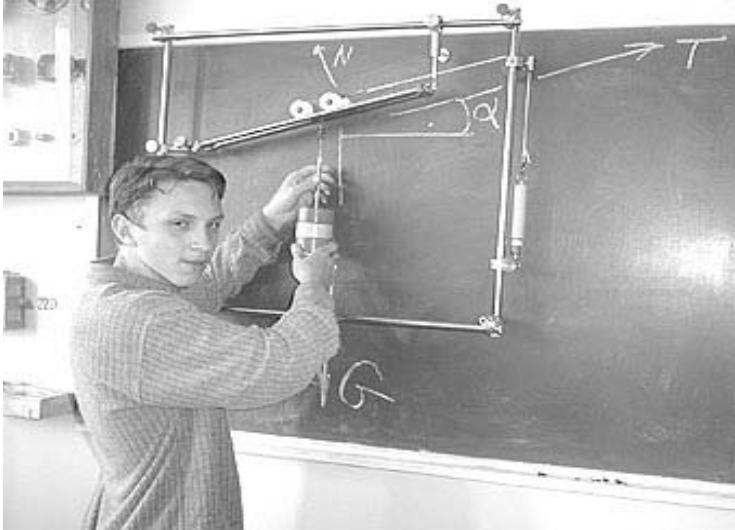


Рис.1. Крепление опорной рамы на школьной доске.

Рис.2. Настольный вариант установки опорной рамы.

**Секция IV "Физический практикум в школе"****Рук.: Владимир Иванович НИКОЛАЕВ, профессор МГУ****им. М.В. Ломоносова****Александр Викторович СМИРНОВ, профессор МПГУ****30 мая (с 10 до 13)****Компьютеризированные средства для проведения  
учебного физического эксперимента**

Ю.А. Воронин, Р.М. Чудинский

Воронежский государственный педагогический университет

394043, г. Воронеж, ул. Ленина, 86, [ua@vspu.ac.ru](mailto:ua@vspu.ac.ru), [ruslan@vspu.ac.ru](mailto:ruslan@vspu.ac.ru)

Применение средств информационных технологий привело к тому, что в настоящее время необходимым и неотъемлемым элементом в процессе организации, планирования и проведения учебного физического эксперимента является персональный компьютер. В не далеком прошлом для осуществления учебного физического эксперимента требовалось огромное количество разнообразного метрологического оборудования и различных лабораторных принадлежностей. В настоящее время с помощью персонального компьютера, к которому, естественно, необходимы дополнительные лабораторные принадлежности, но который интегрировал метрологическое оборудование, можно проводить учебный физический эксперимент на более высоком техническом и методическом уровне. С появлением ПК, открылась возможность не просто сделать универсальный измерительный комплекс, а комплекс с рядом новых уникальных возможностей, например, с моментальной обработкой результатов измерений и представлением их в удобном для исследователя виде, применения последних для управления экспериментальной установкой или каким-либо техническим устройством.

Естественно, что в настоящее время существуют ряд разработок как отечественных, так и зарубежных, посвященных внешним дополнительным устройствам к персональному компьютеру для проведения учебного физического эксперимента, а именно: Philip Harris ([http://www.school.edu.ru/int/hard/lab\\_phil.html](http://www.school.edu.ru/int/hard/lab_phil.html)); e-Probe (<http://www.krev.com>); L-микро (<http://www.corbina.net/~snark>) и ряд других. Нами предлагается измерительно-вычислительный комплекс ИВК-3/Э, созданный на базе IBM-совместимого персонального компьютера. В состав измерительно-вычислительного комплекса ИВК-3/Э входит IBM-совместимый персональный компьютер, аналогово-цифровой преобразователь с устройством ввода, датчики физических величин (температуры, влажности, освещенности, механической силы, веса, линейных перемещений, преобразователь тока, давления,

магнитной индукции, радиоактивного излучения, скорости вращения, шума и т.д.) и сервисная программа обработки полученных результатов (Dos, Windows).

Измерительно-вычислительный комплекс ИВК-3/Э позволяет: проводить натуральный эксперимент в реальном масштабе времени; автоматизировать процесс сбора, обработки и преобразования физической информации при осуществлении эксперимента; обеспечить визуализацию и сохранение полученных результатов эксперимента в виде графических зависимостей и таблиц характеристических точек; произвести анализ полученных экспериментальных зависимостей путем их сравнения как друг с другом, так и с теоретической, которую возможно построить.

Дидактическими особенностями компьютерных лабораторий являются: избавление обучаемых от большого объема однообразных измерительных операций и математических вычислений, отвлекающих от непосредственного исследования физического явления, процесса или закона; обеспечение возможности визуализации и сохранения полученных результатов эксперимента; исследование как быстротекущих, так и медленнопротекающих процессов в реальном масштабе времени; высокая точность измерений (погрешность не превышает 5%).

Стоит отметить, что использование измерительно-вычислительного комплекса ИВК-3/Э естественным образом сочетается с применением имеющегося в любой физической лаборатории традиционного оборудования, что позволяет сделать эксперимент более наглядным и освободить учащихся от выполнения рутинной работы по ручной обработке результатов, заполнив это время творческими заданиями, более глубоко раскрывающими суть изучаемого физического явления.

Однако не каждый преподаватель или обучающийся может позволить себе иметь данные интерфейсы. Мы предлагаем пособие, которое позволит создать простую измерительную лабораторию с моментальной обработкой результатов измерений и представления их в виде, удобном для обучающегося. Студенты, школьники могут осуществить это во внеаудиторное время самостоятельно. Обучающиеся могут изготавливать преобразователи: напряжение-, частота-, емкость-, сопротивление-, индуктивность-время; датчики физических величин, а также схемы управления линейными, угловыми координатами и температурными технологическими процессами [см. подробнее 1].

Стоит отметить, что изготовление представленных средств обработки результатов измерений и управления экспериментальной установкой осуществляется из доступных и недорогих деталей, а самостоятельно сконструированные технические средства можно использовать для проведения учебного эксперимента практически по всем разделам курса физики.

### Литература

1. Воронин Ю.А. Учебный конструктор измерительных и управляющих систем на персональном компьютере. – Воронеж: ВГПУ, 2001. – 92 с.

## К вопросу о принципах отбора и приемах постановки лабораторных работ для физического практикума в школе

Г.В. Заровняев

Петрозаводский государственный университет

185026, г. Петрозаводск, ул. Питкярантская, 16-17, e-mail: [dfе@mainpgu.karelia.ru](mailto:dfе@mainpgu.karelia.ru)

Как известно (*А.И. Бугаев* «Методика преподавания физики в средней школе»), лабораторные работы физического практикума отличаются от фронтальных работ «большей самостоятельностью учащихся, более совершенной и сложной экспериментальной базой» и преследуют цели «повторения и углубления пройденного, развития самостоятельности и инициативы учащихся, их умений и навыков ... и т.д.». Очевидно, что требование «совершенства и сложности экспериментальной базы» не является в этом списке главным. Проводя в течение ряда лет с учащимися старших классов школ г. Петрозаводска работы физпрактикума, мы руководствовались при их отборе и постановке принципами и приемами, основанными на этом и оказавшимися весьма успешными. Прием первый. Трансформация и усложнение традиционных школьных лабораторных работ путем ухода за границы применимости используемых в них моделей, например, изучение упругих свойств резины за пределами применимости закона Гука вплоть до её разрыва или исследования движения тела (пустая пластиковая двухлитровая бутылка), брошенного под углом к горизонту, при существенном влиянии на полёт силы сопротивления воздуха. Прием второй. Постановка «заведомо плохих» лабораторных работ с большими систематическими погрешностями, поиск источников которых, например, в работе по определению к.п.д. электрического нагревателя, почему-то оказывающемуся больше единицы, ведёт к лучшему пониманию «физики» явления и «физики» помех, маскирующих его. Прием третий. Вывод за пределы традиционного школьного курса физики, например, в область акустики или сил сопротивления среды. Прием четвертый. Перенос выполнения лабораторных работ из класса домой, где исследуются с помощью имеющихся дома «физических приборов» физические явления, протекающие «на кухне», и «в ванной» и т.д. Прием пятый (но не последний). Исследование в качестве лабораторного оборудования и/или объекта исследования «бросовых» ресурсов типа пустых стеклянных и пластиковых бутылок, пробок от них, яич-контейнеров от «киндерсюрпризов», «банковских» резинок, листов бумаги, стульев и т.п. Так, например, из пластиковой бутылки с проколотыми в стенке отверстиями получается прекрасный прибор для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей, а раскачиваясь на стуле, можно изучить способы перемещения статуй на о. Пасхи.

## Опыт работы со школьниками на базе образовательных ресурсов СФ ФИАН

В.С. Казакевич, С.П. Котова, Т.Н. Сапцина.

Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук  
443020 Самара, ул. Ново-Садовая, 221, [tns@fian.smr.ru](mailto:tns@fian.smr.ru)

Самарский филиал ФИАН, наряду с фундаментальными и прикладными исследованиями, занимается разработкой обучающих средств нового поколения для средней и высшей школы. Сюда входят разработка новых опытов для физического практикума и оборудования для учебных лабораторий, создание Интернет-ресурсов и обучающих программ на компакт-дисках. Использование этих ресурсов в комплексе дает новый подход к обучению физики, в котором можно, используя минимум средств, обеспечить высококачественное преподавание экспериментальной дисциплины, что является особенно актуальным для настоящего времени.

Имеющиеся ресурсы позволяют вести работу со школьниками города, которая включает в себя проведение экскурсий на действующие экспериментальные установки, выполнение лабораторных работ, а также индивидуальную учебно-научную работу учащихся. Феноменология является основой подхода к знакомству с явлениями, которые не изучаются экспериментально в курсе средней школы, даже специализированной. Ученики под руководством преподавателя и самостоятельно ставят эксперименты и проводят наблюдения. Для этого используются реальные и виртуальная лаборатории, а также домашние опыты. Учащиеся имеют возможность на интуитивном уровне понять и освоить проявление изучаемого эффекта, параллельно или раньше математического описания, которым обычно и ограничивается знакомство на уроках физики. Формулы становятся дополнением не к схематическим рисункам в учебнике, а к простым и понятным действиям по экспериментированию, реальному или виртуальному.

Примером использования этого подхода могут служить учебные эксперименты по оптике со школьниками 11 класса специализированной физико-математической школы, включающие в себя исследование камеры-обскуры, дифракцию Френеля на круглом отверстии, дифракцию света на птичьи перьях.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Интеграция».

## Методика проведения фронтальных лабораторных работ в школе

А.М. Полянский ООО «НПК ЭПТ», В.А. Полянский СПб ГТУ

Санкт-Петербург 195220 а/я 262, e-mail: [vapol@ept.hop.stu.neva.ru](mailto:vapol@ept.hop.stu.neva.ru)

Предлагается комплексный подход к лабораторному практикуму курса физики по разделам: электрофизика и магнетизм.

Суть данного подхода заключается в оптимизации методики преподавания в физической лаборатории, позволяющей избежать двух крайностей: полной автоматизации или даже компьютеризации физической лаборатории и привычной организации, когда измерительная схема, собирается учащимися из готовых серийных приборов, проводов, реостатов. В первом случае, сложная аппаратура и автоматика отвлекают учащихся от самого изучаемого явления, во втором - расходуется слишком много времени на организацию эксперимента. Идея такого подхода появились как результат обобщения большого количества лабораторных работ, описанных в литературе.

Нами разработаны методические пособия и лабораторные стенды, позволяющие в модуле из 2-6 лабораторных заданий экспериментально изучить явление и при обработке результатов измерений получить основные соотношения и параметры теории по данному разделу курса по следующим темам:

1. Изучение приборов магнитоэлектрической системы. Использование приборов для изучения электрических и неэлектрических величин; 2. Изучение термоэлектронной эмиссии; 3. р-п-переход; 4. Термоэлектрические явления в металлах;

Лабораторные установки рассчитаны на самостоятельную работу учащихся и имеют габариты 250x200x40 мм<sup>3</sup>. На рабочем столе размещается две установки.

Преимущества такой организации лабораторного практикума:

- \* Установки просты, наглядны, что позволяет изучать явление в «чистом» виде;
- \* Установки позволяют интенсифицировать учебный процесс и реализовать индивидуальный подход;
- \* Эффективно используется площадь лаборатории;
- \* Установки не требуют обслуживания.
- \* Установками могут быть оснащены передвижные лаборатории физики: Автобус-лаборатория, вагон-лаборатория.

## Опыты по атомной физике в школе

В.А. Белавин, В.А. Квливидзе, И.К. Костин, В.В. Радченко, А.Т. Рахимов

НИИЯФ МГУ, Москва, 119992 Воробьевы Горы, e-mail: [vab@srd.sinp.msu.ru](mailto:vab@srd.sinp.msu.ru)

Лабораторные задачи в школьном физическом практикуме обычно посвящены таким разделам физики, как механика, электричество или оптика. Атомная физика, как правило, не представлена в школьном практикуме. Это обусловлено рядом объективных причин. Выделим основные из них:

1. Сложность учебного материала.
2. Сложность лабораторной аппаратуры и методическая неподготовленность его для школьных занятий.
3. Высокая стоимость необходимого лабораторного оборудования.

В действительности, указанные проблемы могут быть устранены для целого ряда учебных задач, таких как, например, «Опыт Резерфорда», «Опыт Франка и Герца», «Спектр атома водорода»...

Из выделенных трех причин решение первой состоит в специальной адаптации учебного материала, что вполне реализуемо. Вторая и третья причины разрешаются при использовании Учебных Лабораторных Комплексов (УЛК), разработанных в НИИЯФ МГУ. УЛК – это действующие модели лабораторных установок, предназначенные для проведения учебного эксперимента и функционально не отличающиеся от своих прототипов. Кроме того, УЛК – это экспериментальные задачи, технически и методически полностью подготовленные для школьного учебного процесса.

Достоинства метода:

1. УЛК работает в широком диапазоне классов точности.
2. УЛК, как учебная установка учитывает методические особенности при проведении учебного эксперимента.
3. УЛК является аналогом современного научного оборудования.
4. УЛК не требует высококвалифицированного обслуживания и затрат на эксплуатацию.
5. УЛК безопасен. Уровень безопасности его не ниже, чем у современных бытовых приборов.
6. УЛК значительно дешевле своих реальных исследовательских прототипов и доступны как для ВУЗов, так и для средних школ.

## Исследование основных параметров колеблющегося флага

М. Ю. Калиткин, ученик 11Б класса, гимназии №15 г. Сарова.

607190, г. Саров, Нижегородской обл., ул. Куйбышева, д. 26, телефон (83-130) 1-23-76

Для исследования основных параметров колебания флага на ветру была собрана установка:

1. Склеена аэродинамическая труба из оргстекла длиной 70 см, сечением 12,5 на 12,5 см.
2. Переходник для создания ламинарного потока.
3. Поток создается с помощью пылесоса переменной мощности.
4. Каркас, который вставляется внутрь аэродинамической трубы.
5. Полотнище флага.

С помощью данной установки удалось создать колебания, аналогичные колебаниям флага на ветру, поэтому можно экспериментально исследовать явления, происходящие с флагом больших размеров.

При исследованиях устанавливались следующие зависимости:

1. Характера колебаний от: а) скорости потока, б) рода материала, в) сечения аэродинамической трубы.
2. Скорость распространения импульса от: а) амплитуды, б) скорости потока.
3. Исследовалась структура потоков воздуха.

Сделано теоретическое обоснование происходящих процессов и проведено сравнение теоретических и экспериментальных результатов

Благодаря использованию цифрового метода обработки информации удалось добиться достаточно высокой точности измерений.

В дальнейшем планируется более глубоко разобрать теоретическую часть данного вопроса.



## Состояние динамической стабильности в открытой неравновесной системе

А.Г. Свеженцев, школа-гимназия №15, 11а класс

607190, г. Саров, Нижегородской области, ул. Московская 21, кв-ра 94, (831-30) 6-24-64

Изучено интересное физическое явление – динамическая стабильность простой открытой неравновесной механической системы, состоящей из «скобы», тяжелого шара массы  $m$  и двух легких пружин жесткости  $k$  каждая, которые в исходном состоянии системы обеспечивают положение шара в центре. Скоба расположена горизонтально и может вращаться вокруг вертикальной оси, смещенной относительно центра системы на расстояние  $a$ .

Выполнен теоретический анализ поведения этой системы. Обнаружены три характерные области в поведении системы:

- две области устойчивого (стабильного) поведения;
- одна область неустойчивого поведения.

Для описания состояний системы введена ось  $x$ , имеющая начало в точке пересечения оси вращения со скобой и направленная вдоль скобы. Создан макет изучаемой механической системы и экспериментально подтверждено существование трех областей:

области «1» устойчивого вращения системы с малыми угловыми скоростями ( $\omega < 2k/m$ ) - при  $x > a$ ;

области «2» устойчивого вращения системы с большими угловыми скоростями ( $\omega > 2k/m$ ) - при  $x < 0$ ;

- области «3» неустойчивого поведения системы при  $0 < x < a$ , когда наблюдается скачкообразный переход шара из области «2» в область «1» через область «3» неустойчивого положения.

Для «1» и «2» областей снята экспериментальная зависимость частоты углового вращения шара от его положения.

Между теоретическим анализом и экспериментальными результатами, полученными на макете системы, достигнуто качественное согласие.

Наблюдаемые явления могут служить для иллюстрации терминов, используемых в синергетике: открытость, нелинейность, аттрактор, бифуркация.

## Демонстрационные опыты по физике для школьников

И.Б. Доценко, О.В. Осипенко

Таганрогский государственный радиотехнический университет

44, пер. Некрасовский, ГСП-17А, г. Таганрог, 347928, did@cdp.tsure.ru

Роль эксперимента в преподавании физики столь велика столь и общепризнана. Однако в последние годы и лабораторный и демонстрационный эксперимент в средней школе все более уступает место описательному способу изложения материала. Причины этого явления имеют в основном экономические корни.

Нами предлагается использовать накопленный потенциал высшей школы для работы со школьниками города. Лаборатория демонстрационного эксперимента кафедры физики ТРТУ располагает оборудованием позволяющим показать более 200 натуральных экспериментов по различным разделам физики. Многие эксперименты выполняются с использованием специального оборудования: источники когерентного и естественного света, проекционный микроскоп, источники высокого напряжения, генераторы переменного напряжения, лазерный гальванометр, акустическая стереосистема, вакуумная и криогенная техника. Практикуется объединение оборудования в демонстрационные комплексы.

Большинство экспериментов хорошо известно и их можно назвать классическими. Они дают преподавателю возможность обосновать и проиллюстрировать основные теоретические положения. Немаловажно, что многие эксперименты имеют занимательный характер, что способствует не только их запоминанию, но и лучшему пониманию наряду с формированием интереса к физике в целом.

Демонстрационные возможности существенно расширены за счет мультимедийных технологий: видеопроектор, совмещенный с компьютером, видеомагнитофоном и цифровой видеокамерой позволяют показывать на большом экране отдельные детали мелкомасштабного натурального эксперимента, а также модельные эксперименты, недоступные в обычных условиях из-за недостижимости необходимых технических условий, в частности, эксперименты по теории относительности, атомной и лазерной физике.

Тематический показ лекционных демонстраций для старших школьников осуществляется по заранее согласованной программе и сопровождается подробными объяснениями. Для младших школьников демонстрации носят характер физического шоу, где подробные объяснения пока неуместны из-за неподготовленности аудитории. В этом случае основной целью показа является формирование интереса к физике, как экспериментальной науке об окружающем нас мире.

## Использование пластиковых бутылок для постановки демонстрационного и лабораторного эксперимента

Г.В. Заровняев

Петрозаводский государственный университет

185026, г. Петрозаводск, ул. Питкярантская, 16-17, e-mail: [dfc@mainpgu.karelia.ru](mailto:dfc@mainpgu.karelia.ru)

Использование в качестве объектов исследования и/или в качестве физических приборов «бросовых» ресурсов интересно как постановщику работ – учителю физики, так и его ученикам и весьма плодотворно в дидактическом плане. Приведём здесь три примера (из более чем двух десятков известных нам) применения в этих целях пустых пластиковых бутылок.

Демонстрация невесомости и перегрузок при ускоренном движении. Для этого в стенке бутылки, наполненной водой и плотно закрытой пробкой, прокалывается отверстие, через которое вытекает некоторое её количество до тех пор, пока сумма гидростатического давления и давления воздуха в бутылке не будет уравновешена суммой внешнего атмосферного давления и лапласова давления искривленной поверхности воды в отверстии. Резко опуская или поднимая бутылку, наблюдают «пробулькивание» пузырьков воздуха внутрь при уменьшении веса воды и «выбрызгивание» струйки воды наружу при увеличении её веса. При этом возможны количественные оценки величин ускорений.

Прибор для измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей. Аккуратно просверлив в стенке вышеописанной бутылки ряд одинаковых отверстий по её высоте и зная расстояние между теми ближайшими из них, через которые при закрытой пробке «пробулькивают» пузырьки и вытекает вода, можно рассчитать величину поверхностного натяжения из очевидного равенства суммы лапласовых давлений, мешающих «пробулькиванию» пузырька и просачиванию капли, гидростатическому давлению столба воды между этими отверстиями.

Изучение влияния величины и направления начальной скорости и размеров бутылки – ракеты на дальность и высоту полета. Для этого бутылки разных размеров плотно насаживают на конусную пробку с отверстием, через которое бутылка накачивается воздухом до некоторого контролируемого давления, при котором ей позволяется сорваться с пробки, – ракета стартует. Начальная скорость её при этом однозначно связана с величиной избыточного давления, массой бутылки и её объёмом, а сила сопротивления воздуха, особенно для больших бутылок, весьма существенна.

## **Типовой оптимизированный комплект демонстрационного оборудования по физике для основной школы с применением прибора ПКЦ**

В.А. Кораблев, \*В.В. Монахов, И.Р. Ивановский, Г.А. Смирнова,

Е.М. Марченко СПб СПКБ198051, Санкт-Петербург, ул. Егорова 26-б, [sspkb@robotek.ru](mailto:sspkb@robotek.ru)

\*СПбГУ, 198504, СПб, ул. Ульяновская, д.1, НИИФ, [monakhov@cph3.phys.spbu.ru](mailto:monakhov@cph3.phys.spbu.ru)

При проведении многих важных с методической точки зрения демонстраций требуется численная обработка измеряемых величин. Однако проведение промежуточных расчетов отвлекает внимание учащихся и сильно замедляет проведение демонстраций. В связи с этим целесообразно использование автоматизированных установок с обработкой промежуточных результатов. Разработанный нами многофункциональный измерительный прибор ПКЦ позволил с помощью встроенного микропроцессора проводить необходимую обработку данных и осуществлять цифровую индикацию нужных величин, а также вырабатывать управляющие сигналы на электромагниты и реле. Для использования разработанных на основе ПКЦ типовых демонстрационных комплектов не требуется компьютерной грамотности преподавателя физики. Прибор имеет малые по сравнению с компьютером размеры и может быть поставлен на тот же стол, что и физический демонстрационный комплект.

Для всех комплектов используется один и тот же прибор ПКЦ, к которому в зависимости от конкретных условий подсоединяются те или иные внешние датчики. В приборе имеется два больших индикатора, позволяющие одновременно показывать значения двух различных величин. Выбор режима измерения и индикации производится с помощью пульта дистанционного управления, причем переключение может производиться непосредственно в ходе демонстрации. Например, после показа на одном индикаторе времени прохождения телом первой точки, а на втором - следующей точки, могут быть показаны скорости и ускорения тела в этих точках.

На основе прибора ПКЦ нами разработаны следующие типовые комплекты, ориентированные на действующие школьные программы по физике: Комплекты демонстрационные по механике: КДМ1 - кинематика, статика, динамика - 20 демонстраций ; КДМ2 - колебания, вращение - 15 демонстраций; Комплект демонстрационный по термодинамике КДТ: температура, давление, теплота, газовые законы -20 демонстраций; Комплекты демонстрационные по различным разделам электродинамики КДЭ1- КДЭ5 – 20,12, 5, 9 и 8 демонстраций, соответственно.

**Секция IV "Физический практикум в школе"****Рук.: Владимир Иванович НИКОЛАЕВ, профессор МГУ****им. М.В. Ломоносова****Александр Викторович СМИРНОВ, профессор МПГУ****30 мая (с 10 до 13)****Система экспериментальных заданий экологического содержания в домашних заданиях по физике для учащихся сельских школ**

А.В. Сахаров

Арзамасский госпединститут им. А.П. Гайдара, 607220 Арзамас, К. Маркса 36

Для успешного усвоения школьниками сущности экологических проблем, связанных с антропогенной деятельностью человека, необходимо иметь представление о видах загрязнения биосферы и методах контроля степени загрязнения различных экосистем.

В ряде исследований (*С.А. Чандаева, В.Ф. Шилов и др.*) доказано, что включение в содержание предмета личностно- значимых знаний является эффективным средством формирования познавательного интереса. У сельских школьников к личностно- значимым бесспорно относятся знания о состоянии окружающей их природной среды.

На основе межпредметных знаний в школьных курсах физики, химии и биологии о физических и химических параметрах биосферы мы разработали систему домашних экспериментальных заданий по физике экологического содержания.

Многоуровневые экспериментальные задания для различных классов систематизированы по содержательным линиям.

I уровень предполагает наблюдение загрязнений окружающей среды, определение их видов и источников загрязнения.

II уровень требует выбора индикаторов загрязнения окружающей среды, изучения физических основ их действия и границ применения.

III уровень требует определения метода измерения загрязнения окружающей среды, разработки плана эксперимента и оценки степеней загрязнения.

IV уровень предполагает проведение анализа полученных результатов, формулирование выводов и прогнозирование последствий загрязнения окружающей среды.

На протяжении всего школьного курса физики с 7 по 11 класс учащиеся регулярно выполняют в домашних условиях комплексные работы по определению загрязнения воздуха, степени загрязнения воды и почвы. В старших классах учащиеся определяют влияние электромагнитного излучения на живые организмы, изучают действие на организм человека шумового загрязнения, проводят оценку радиоактивного излучения в микрорайоне школы с помощью бытового дозиметра «Сосна».

Все экспериментальные задания экологического содержания имеют понятную, четкую и посильную цель наблюдения, доступный объект исследования.

В результате пятилетней экспериментальной проверки использования в процессе обучения физики домашних экспериментальных заданий экологического содержания можно утверждать, что при систематическом выполнении учениками таких заданий, учащиеся получают представление о санитарно-гигиеническом мониторинге окружающей школу природной среды, а также создаются условия для развития познавательного интереса к изучению физики.

## Парадоксальные опыты на уроках физики

А.Ф. Беленов

Нижегородский институт развития образования,

Нижегородский научно – образовательный центр при ИПФ РАН,

603146, Нижний Новгород, ул. Юбилейная, д.34, кв.38.balniro@mail.ru

В данном сообщении представлены авторские разработки для школьного демонстрационного физического эксперимента, относящиеся к «простым» опытам. Смысл кавычек в данном случае заключается в том, что технический арсенал опытов не требует специального оборудования. В то же время данные опыты представляются парадоксальными по интерпретации, т.е. вызывают дискуссию, в ходе которой вырабатываются конкурирующие гипотезы.

1. «Необычное» соударение двух шариков.

Демонстрируется соударение шариков одинакового радиуса на направляющем «уголке». Если движущийся шар – стальной, а неподвижный шар – резиновый, то результат удара может показаться неожиданным: стальной шарик, у которого масса существенно больше,

отскакивает, а менее массивный, резиновый шарик остается после удара неподвижным. Интересен результат *видеосъемки* этого случая: во время удара стальной шарик приподнимается над резиновым, а затем отскакивает, как от массивной упругой стены. Не делая подробный комментарий результатов опытов, можно отметить принципиальную роль *вращения и трения*.

## 2. Демонстрация давления насыщенных паров.

В высокий прозрачный термостойкий стакан, наполненный водой, опускаются электрический кипятыльник и пробирка вверх дном (наполненная *воздухом*). Вода доводится до кипения и, далее, кипятится в течение 5 -10 минут. После прекращения нагревания вода, остывая, *полностью заполняет пробирку!* Уместен вопрос: *куда «исчез» воздух из пробирки?* Данный опыт можно дополнить исследованием поведения уровня воды в пробирке совместно с измерением температуры воды в стакане при остывании.

## 3. Удивительные колебания воды.

Из пробки и прозрачной трубки для переливания крови делается «гидрозатвор». Затем бутылка с гидрозатвором опускается в сосуд с горячей водой (нагреватель), а открытый конец трубки погружается в чашку с водой комнатной температуры (холодильник). После того, как часть воздуха выйдет через гидрозатвор, бутылку охлаждают. Достойным удивления оказывается поведение воды: после этапа непрерывного втекания в бутылку *струи совершает колебания, то, возвращаясь в «холодильник», то, возобновляя течение в бутылку!* Среди гипотез, высказываемых учащимися в ходе дискуссии, можно отметить: 1) роль сил поверхностного натяжения; 2) давление насыщенных паров; 3) упругость воздуха; 4) роль растворенного в воде воздуха.

## 4. Нетрадиционный электростатический генератор.

Способ создания сравнительно сильных электростатических полей можно продемонстрировать, создав «слоеный пирог» из листов оцинкованного железа и пластин из пенополиэтилена. При поднимании верхней пары пластин (пенополиэтилен + железо) между разрядниками, соединенными с железными листами, проскакивает искра (на длине порядка 3 мм). Разряд повторно возникает при опускании верхней пары пластин. Удивительным является тот факт, что способность вырабатывать электричество подобным образом сохраняется в течение достаточно длительного времени (превышающего протяженность урока).

В заключение хотелось бы подчеркнуть значимость легко воспроизводимых опытов, как для домашних экспериментальных заданий, так и для формирования у школьников навыков повседневной исследовательской работы.

## **Развитие познавательных интересов учащихся профильных классов при выполнении лабораторных работ по физике**

Т.Н. Алешина

Школа-интернат № 4 ВСЖД

665110, Нижнеудинск Иркутской обл., ул. Петина 124

Основной контингент профильных классов – это дети железнодорожников, прибывшие для завершения среднего образования в старшие классы интерната с малых станций Восточно-Сибирской железной дороги. Вследствие недостаточного качества преподавания интерес к изучению точных наук вообще и физики, в частности, у некоторых учащихся оказывается существенно сниженным.

Как показывает наш опыт, целенаправленное формирование экспериментальных умений ведет к повышению интереса, как к физике, так и к собственным достижениям в данной области. Основным средством достижения этой цели является выполнение лабораторных работ. Живой физический эксперимент по-прежнему важен и необходим, несмотря на бурное вторжение компьютерных технологий, зачастую пытающихся заменить реальный процесс измерения виртуальным. Основу физического эксперимента в нашей школе составляет оборудование, разработанное исследовательской группой СНАРК (лаборатория L-микро). Его простота и универсальность делает возможным использование фронтальных комплектов даже в 5-6 классах. Эксперимент становится действительно источником нового знания, средством наглядности и критерием истинности знания. На примере школьного физического эксперимента мы прослеживаем всю цепочку развития познавательных интересов ученика от любопытства и удивления через активную любознательность к прочным знаниям и научному поиску.

Можно привести примеры, когда внимательность и творческий подход учащихся позволил существенно улучшить методику измерения в типовых работах и поставить новые. Наиболее подготовленные учащиеся имеют возможность проводить более сложные работы



исследовательского характера на демонстрационном комплексе СНАРК. Результаты таких исследований, начало которым положено на уроках физики, докладываются на конференциях школьников области и региона. Лабораторный эксперимент становится эффективным средством воспитания и развития учащихся.

Использование новых форм учебного эксперимента, современного лабораторного оборудования позволили существенно повысить заинтересованность учащихся в изучении физики и, как следствие, поднять их конкурентоспособность.

## **Лабораторные работы по геометрической и волновой оптике в общеобразовательной школе, колледже и лицее с углубленным изучением физики (уровень В и С)**

Г.Р. Локшин, Н.И. Ескин, С.М. Козел, И.С. Петрухин

Московский физико-технический институт (государственный университет),

Научно-производственная фирма «ЭКЛУС»

В течение последних лет МФТИ совместно с НПФ «Экрус» ведут разработку учебного лабораторного оборудования нового поколения для школы.

В лабораторных работах используется излучение гелий-неонового лазера и полупроводникового лазера мощностью 1 мВт (красный).

Лабораторные работы представляют собой законченный цикл практикума по геометрической и волновой оптике. Он включает шесть лабораторных работ:

Работа 1. Элементы геометрической оптики. Определение фокусного расстояния положительной и отрицательной линзы различными методами.

Работа 2. Элементы геометрической оптики. Моделирование оптических приборов и определение их увеличения. Труба Кеплера. Труба Галилея.

Работа 2А. Элементы геометрической оптики. Моделирование оптических приборов и определение их увеличения. Труба Кеплера. Труба Галилея. Микроскоп.

Работа 3. Определение коэффициента преломления стеклянной пластины.

Работа 4. Интерференция. Бипризма Френеля.

Работа 5. Дифракция. Параметры дифракционных решеток.

Практикум представлен в виде единого набора с необходимой оптикой, образцами и описанием. Работы выполняются на небольшой скамье, которая легко располагается на ученическом столе в классе. Набор комплектуется лазером и рассчитан как на общеобразовательную школу, так и на колледж и лицей с углубленным изучением физики (уровень В и С).

## Лабораторный эксперимент для классов профиля «Естествознание и медицина»

Л.Г. Мосина

Липецкий государственный педагогический университет.

E-mail: [mos@pedinst.lipetsk.su](mailto:mos@pedinst.lipetsk.su)

В докладе обосновывается необходимость более подробного знакомства на уроках физики с воздействием акустического шума на организм человека, особенно на центральную нервную систему. Школьникам важно знать, что в результате длительного воздействия шума появляется переутомление и истощение клеток коры головного мозга, нарушаются регулирующие функции центральной нервной системы и, следовательно, функции различных органов и систем организма – сердечно-сосудистой системы, пищеварительной системы, органов дыхания и т.д.

Говорится о том, что наиболее эффективно изучать данные вопросы при выполнении лабораторных работ практикума в 10-м классе после проработки темы «Механические волны».

Предлагается содержание работы лабораторного практикума «Изучение физических характеристик звука (шума)». Работа рекомендуется для классов профиля «естествознание и медицина», «экология».

## Виртуальная лаборатория по физике для 10-11 классов

В.В. Монахов, \*С.К. Стафеев, Л.А. Евстигнеев, А.С. Чаулин

Кафедра вычислительной физики СПбГУ

198504, СПб, ул. Ульяновская, д.1, НИИФ [monakhov@cph3.phys.spbu.ru](mailto:monakhov@cph3.phys.spbu.ru)

\* Кафедра физики СПбГИТМО (ТУ)

Нами разработана серия виртуальных лабораторных работ по физике для 10-11 классов для решения следующих задач:

а) Обеспечить дополнительные возможности для детального анализа учебного физического эксперимента во время классных или домашних занятий.

в) Обеспечить возможность индивидуальной работы учащихся при повторении пройденного материала, ликвидации пробелов в знаниях и практическом умении из-за пропуска занятий, подготовке к выпускным экзаменам, подготовке к поступлению в вуз.

Программы не требуют от пользователей специального обучения. Обеспечено программное моделирование на основе технологии DHTML десяти из перечисленных в [1] тринадцати лабораторных работ, с возможностью активного участия пользователя в выборе условий проведения виртуального эксперимента. Работы представляют собой программные конструкторы физических установок. Большинство приборов виртуальной установки перемещаются при помощи "мыши" в произвольном порядке. В ряде работ по разделу "Электричество" допускается также произвольное соединение элементов друг с другом. Это приводит к необходимости понимания выполняемых действий и сильной зависимости результатов от уровня знаний и умений учащегося. Таким образом достигается эффект реализма проводимой работы, что важно при обучении с помощью компьютера. Результаты виртуального эксперимента и ответы на контрольные вопросы заносятся в таблицу, которая отсылается на сервер. На основе языка PHP4 создана серверная часть виртуальной лаборатории, позволяющая заводить и администрировать группы учащихся и регистрировать результаты выполнения виртуальных работ. Результаты каждого пользователя могут быть проверены преподавателем удалённо. Кроме того, в системе реализован обмен сообщениями между преподавателем и учащимся для обсуждения результатов, полученных в ходе проведения лабораторной работы.

1. А.Б. Долицкий, А.З. Сняжков, Ю.И. Дик, Г.Г. Никифоров. Инструкции к лабораторным работам по физике для 10-11 классов общеобразовательных учреждений. М., Дрофа, 2001 г., с. 204-223.

## Авторская разработка оборудования для школьной лабораторной работы «Определение термического коэффициента линейного расширения вещества»

П.М. Савкин

Нижегородский физико-математический лицей №40, Нижегородский научно-образовательный центр при ИПФ РАН603109, г. Нижний Новгород, ул. Нижегородская, д.25,  
кв.9 [balniro@mail.ru](mailto:balniro@mail.ru)

1. В школах традиционно выполнялась лабораторная работа «Определение термического коэффициента линейного расширения вещества  $\alpha$ ». Для ее выполнения применялось лабораторное оборудование, выпускавшееся промышленностью. Однако, этот прибор имеет некоторые существенные недостатки:

а) образец для исследований практически нельзя заменять;

б) время, затрачиваемое на проведение всего одного эксперимента, довольно значительно, и основная его часть расходуется на нагревание воды до кипения;

2. Предлагаемое оборудование полностью лишено всех перечисленных недостатков, дает возможность наблюдать некоторые дополнительные эффекты, обладает большей наглядностью. Для его изготовления не требуется дорогостоящие материалы и сложное оборудование. Установка состоит из следующих частей:

а) высокой стеклянной мензурки;

б) стандартного микрометрического индикатора малых перемещений (микрометрической головки);

в) П-образной скобы (ее размеры соответствуют размерам мензурки), состоящей из длинного стержня, изготовленного из материала с возможно меньшим  $\alpha$ , и двух коротких кронштейнов. На одном кронштейне крепится микрометрическая головка, а между ней и нижним кронштейном можно вставлять исследуемый образец. (В качестве стержня кронштейна мы использовали титановый пруток,  $\alpha=7.7 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ).

### Проведение эксперимента.

Исследуемый образец, имеющий комнатную температуру, вставляется в скобу, ноль шкалы прибора совмещается со стрелкой, скоба опускается в пустую мензурку, в которую затем наливается вода, имеющая температуру 50-60 градусов С. Вода нагревается учителем заранее.

В качестве исследуемых образцов могут применяться любые материалы, не меняющие своих свойств в воде. Намокающие материалы можно покрыть защитным слоем лака.

Металлические образцы из-за высокой теплопроводности удлиняются за несколько секунд. Стержни из пластмассы (оргстекло, винипласт, текстолит, тефлон и т. д.), у которых теплопроводность намного меньше, чем у металлов, прогреваются дольше (2-3 минуты). Стрелка прибора медленно вращается, делая за это время более двух оборотов (2 мм). При длине образца не менее 350-400 мм эксперимент получается очень наглядным.

3. Для определения  $\alpha$  образца возможно использование двух способов.

1-й способ: одновременно удлиняются стержень скобы и исследуемый материал.

2-й способ: В заранее прогретую скобу быстро вставляется исследуемый образец.

При выполнении работы первый образец измеряют первым способом, остальные - вторым.

## **Виртуальный физический практикум для школьников**

С.М. Аракелян, А.А. Заякин, И.С. Крамской, В.В. Лапшин,

В.Г. Прокошев, Н.А. Смирнов, С.И. Шишин, Е.В. Хмельницкая

Владимирский государственный университет

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, e-mail: [laser@vpti.vladimir.su](mailto:laser@vpti.vladimir.su)

Лабораторный практикум является неотъемлемой частью базового образования по естественнонаучному циклу дисциплин. Несомненно, что он стимулирует познавательную деятельность обучающихся. Мы не всегда имеем возможность провести прямой эксперимент, ряд экспериментов уникален, и в этом случае будут полезны виртуальные экспериментальные установки.

В настоящее время мы разрабатываем сетевой Интернет-проект «Открытое научное общество школьников». Сайт Общества является информационным пространством, в котором могут общаться школьники и взрослые, участвуя в решении научно-технических проблем. В состав Научного общества входит физическая лаборатория, где имеется виртуальная экспериментальная установка, позволяющая моделировать работу ядерного

реактора с помощью ЭВМ.

Компьютерный эксперимент по управлению ядерным реактором выполнен на основе решения численными методами системы линейных дифференциальных уравнений, описывающих кинетику нейтронного потока в реакторе. В физической модели предполагается, что мгновенные нейтроны образуются непосредственно при делении урана, а запаздывающие – из осколков деления. Характерное время образования мгновенных и запаздывающих нейтронов, а также время жизни до следующего захвата и поглощения в стержнях-поглотителях подбирались так, чтобы реактором можно было легко управлять, варьируя всего лишь два параметра – закладку ядерного топлива и количество стержней-поглотителей. Критический режим работы реактора наступает, когда коэффициент реактивности становится больше доли запаздывающих нейтронов. В ходе проведения лабораторной работы по виртуальному управлению ядерным реактором оператор должен внимательно следить за состоянием реактора, время для принятия решения в критической ситуации – от 20 до 40 секунд. Особое внимание при разработке упрощенной физической модели реактора было обращено на то, чтобы основные технические характеристики реактора (мощность, время управления, критические параметры) в виртуальном эксперименте соответствовали реальным параметрам энергоблока типа РБМК-1000.

## **Реализация метода проектов через физический практикум в средней школе**

Т.И. Демидова, Самарский государственный педагогический университет,

О.Г. Глущенко, учитель физики,

А.К. Туркин, учитель физики, МОУ «Самарский медико-технический лицей»

По данным различных социологических исследований сегодняшние выпускники средней школы не обладают достаточными для современной жизни умениями применять приобретенные знания в реальных ситуациях. Формирование у выпускников ключевых компетенций, к которым можно отнести умение работать в коллективе, самостоятельно принимать решения, работать с информацией, является основной идеей проектных технологий образования.

Реализация метода проектов при обучении физике в средней школе возможна в

различных формах, в том числе в рамках физического практикума. При этом организация деятельности учащихся возможна в следующих направлениях:

- работа над исследовательскими проектами с презентацией результатов на научных конференциях различного уровня;
- работа над прикладными проектами, результатом которых может быть создание лабораторного оборудования, разработка и проведение демонстрационных экспериментов, создание компьютерных продуктов или учебных видеофильмов по физике;
- выполнение информационных проектов, направленных на работу с информацией об изучаемом объекте или явлении.

При этом у каждого ученика появляется возможность выбора индивидуальной образовательной траектории.

Дидактическими требованиями к таким проектам являются: 1) наличие значимой проблемы, требующей интегрированного знания, исследовательского подхода для ее решения; 2) практическая, теоретическая, познавательная значимость предполагаемых результатов; 3) самостоятельная (индивидуальная, парная, групповая, коллективная) деятельность учащихся; 4) использование конкретных исследовательских процедур.

Результаты, полученные в МОУ «Самарский медико-технический лицей» при внедрении проектной технологии в рамках физического практикума свидетельствуют в пользу деятельностного подхода в обучении физике.

## **Физический практикум для классов естественнонаучного профиля**

Ф.Д. Ковалев

Уральский государственный университет им. А.М. Горького

620083, Екатеринбург, пр. Ленина, 51, физический факультет,

e-mail: fjodor.kovalev@usu.ru

Углубление специализации в старших классах лицеев и гимназий по-новому ставит вопрос о содержании и структуре изучения физики. Цель углубленного изучения предмета

администрациями и педагогами средних учебных заведений зачастую видится только в подготовке учащихся к вступительным экзаменам в вузы или централизованному тестированию. Другой крайностью является изучение ряда вопросов общего курса физики, с применением сложного математического аппарата. В том и другом случае, как правило, не достигается необходимый уровень понимания физических законов, границ применимости физических моделей. Решение этой проблемы видится в расширении возможностей компьютерного, демонстрационного и лабораторного эксперимента. В последние несколько лет в гимназии № 35 г. Екатеринбурга было опробовано несколько подходов к организации лабораторных занятий.

Первым шагом стало усовершенствование стандартных фронтальных лабораторных работ, прежде всего за счет коренных изменений в постановке экспериментальных задач (вместо проверить закон – исследовать зависимость, установить связь). Такой подход оказался эффективным только на начальном этапе изучения физики, что связано с ограниченными возможностями школьного лабораторного оборудования.

На всех этапах изучения углубленного курса физики положительную роль играет компьютерный эксперимент, реализованный с помощью пакетов «Открытая физика» (ТОО НЦ «Физикон», 1996), поскольку имеется возможность в широких пределах варьировать экспериментальные параметры, не выходя за рамки принятой модели. Наглядность, удобный интерфейс, относительная простота выполнения заданий обеспечивают привлекательность компьютерных лабораторных работ для учащихся.

Одной из наиболее важных составляющих процесса изучения физики остается физический практикум. В течение двух лет практикум проводился на базе учебных лабораторий Уральского госуниверситета, однако уровень лабораторных работ и сложности в организации учебного процесса заставили отказаться от такого подхода.

В настоящее время практикум проводится на базе гимназии. Разработка лабораторных работ и изготовление установок было осуществлено своими силами. Два года проводится практикум по механике (9 класс) из 12 лабораторных работ в начале второго полугодия, первый год в полном объеме функционируют 8 работ по молекулярной физике и 8 по электричеству (постоянный ток). Каждый раздел практикума сопровождается методическим пособием с описанием установок, правил безопасной работы с ними, набором заданий и контрольных вопросов.

В докладе представлен обзор лабораторных работ по каждому разделу, анализ результатов учащихся, обсуждаются некоторые методические аспекты организации занятий.



## **Дидактические условия использования проблемных заданий на ЭВМ при выполнении практикумов по физике в средней школе**

З.А. Латипов, Л.Н. Латипова

Елабужский государственный педагогический институт

423630 Татарстан, г. Елабуга, ул. Казанская 89, root@egpi.elabuga.tatarstan.ru

Проблема творческой активности учащихся выступающей одним из наиболее значимых условий в интеллектуальном становлении, является одной из центральных проблем образования.

Школьный физический эксперимент, в этом смысле, играет важную роль в обучении. По своей специфике и содержанию он обладает большими возможностями в развитии мышления и воспитания личности. Использование разработок информационных технологий, при этом, повышают эффективность самостоятельной и исследовательской работы. Особенности развития мышления, рассмотренные в специальных исследованиях в области психологии, педагогики и методики преподавания физики, полученные результаты данных исследований, позволяют подойти к выяснению роли компьютерных технологий в развитии учащихся, активизации их мышления с научных позиций.

В нашем институте проводится работа по использованию ЭВМ при проведении лабораторных работ. В частности, рассматривается методика применения проблемных заданий в ходе подготовки практикумов по физике.

В ходе подготовки к лабораторному практикуму учащиеся получают проблемное задание составления компьютерную программу для численной обработки результатов измерений. В процессе составления программы устанавливается интеллектуальное партнерство компьютера с учеником. При этом ученики обучаются с помощью компьютера, а не контролируются компьютером в процессе обучения, они расширяют возможности компьютера, становятся разработчиками мини систем, и последний одновременно развивает их мыслительные способности и знания.

Людьми, которые получают максимальные знания из обучающей системы, являются сами разработчики этой системы, а не учащиеся, для которых данная система предназначена. Разработчики получают эти знания в ходе создания системы. Процесс четкого формулирования своих знаний для создания прикладных программ, способствует приобретению разработчиками более четких и значимых представлений. Результатом такого сотрудничества учащегося и машины является значительное повышение эффективности обучения.

## Методологические принципы построения системы межпредметных связей физики и математики

А.Е. Бурученко, С.В. Лузик

Красноярская архитектурно-строительная академия

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82, E-mail: [fizika@gasa.krs.ru](mailto:fizika@gasa.krs.ru)

Физика в технических вузах является базовой дисциплиной, а ее преподавание должно быть приоритетным. Реальное положение, к сожалению, все дальше отходит от этих общеизвестных истин. Причин снижения уровня знаний студентов по физике много, однако, к числу основных следует отнести недостаточный уровень школьной подготовки значительной части первокурсников, который не отвечает исходным требованиям рабочих программ вуза и отсутствие должной межпредметной связи физики, математики и теоретической механики. Важным является вопрос решения межпредметной связи физики и математики.

Каждая изучаемая дисциплина имеет свою внутреннюю логику построения, свою структуру, нарушение которой может привести к ломке внутрипредметной взаимосвязи понятий, без которой не может быть прочного усвоения изучаемого материала. Синхронность в изучении общих вопросов высшей математики и физики также не всегда возможна. Поэтому требует своего дальнейшего решения вопрос о согласовании времени изучения опорных тем в курсе высшей математики и физики. В процессе обучения студенты должны получить стройную систему знаний, чему в значительной степени должны способствовать межпредметные связи.

При разработке программ прохождения курса физики в нашей академии, связанной с переводом начала изучения данной дисциплины на первый семестр, возникло много трудностей. Это в первую очередь коснулось согласования с программой по математике. Необходимо было пересмотреть планы непрерывной математической подготовки так, чтобы изучение темы в курсе высшей математики предшествовало ее применению в физике. Это удалось в определенной степени за счет переработки и согласования части рабочей программы. Благодаря этому с предварительной математической подготовкой рассматриваются разделы классической механики. Однако рассмотрение законов термодинамики, ряда законов электромагнетизма и тем более квантовой физики приходится рассматривать без соответствующей математической подготовки.

Проведенные работы по согласованию междисциплинарной связи физики и математики показала, что лучшие результаты в систематизации подходов в организации преподавания курса физики и математики, когда изучение курса физики начинается со второго семестра. Это способствует и повышению качества знаний будущих инженеров.

## Особенности разработки и внедрение новых средств обучения в учебный процесс

В.Г. Антонюк, З.З. Фалинская

Львовский национальный университет имени Ивана Франко,

79005 Украина, Львов, ул. Драгоманова 50, [antonjuk@wups.lviv.ua](mailto:antonjuk@wups.lviv.ua)

В последние годы значительно обеднела, технически и морально устарела материально-техническая база школ и школьного оборудования. Сейчас в системе образования осуществляется концепция разработки и внедрения средств обучения нового поколения для средних учебных заведений, за основу которых приняты такие основные принципы, как:

- комплексность, многофункциональность, универсальность и интегрированность средств обучения;
- соответствие технических характеристик средств обучения современному развитию науки и техники;
- безопасность использования их в условиях школы.

Анализ использования средств обучения в школе показывает, что реализация этих условий возможна с учетом требований педагогической эргономики, в особенности, при проведении лекционных демонстраций и выполнении лабораторных работ. При изучении курса «Средства обучения» в процессе выполнения лабораторных работ перед студентами физического факультета ставится задача самостоятельно разработать, практически выполнить одну лекционную демонстрацию или лабораторную работу и защитить её перед сокурсниками. Позднее эта работа представляется в школе при прохождении студенческой педагогической практики и по существу является апробацией.

В работе также рассматриваются основные организационные вопросы, возникающие при разработке нового лекционного и лабораторного оборудования.

Таким образом, студенты видят результаты своих разработок и их практическую ценность. Кроме этого, студенты учатся проводить экспертизу эффективности использования средств обучения в учебном процессе, используя оригинальную методику, разработанную на кафедре общей физики.

## **Методика разработки и применения программного комплекса для экспресс контроля знаний по физике методом тестирования**

А.В. Жуков

С-Пб ГМТУ, 198216, С-Пб, Ленинский пр., д. 130/6, кв. 113, [xpt@yandex.ru](mailto:xpt@yandex.ru)

В связи с возрастающим интересом в сфере образования к контролю знаний методом тестирования, подтверждением чему служит ряд приказов Министерства образования и придание Центру тестирования при Министерстве образования особого статуса федеральной службы, возникает необходимость в современных средствах, реализующих этот контроль с применением современных аппаратных и программных средств.

При разработке системы тестирования нужно соблюсти ряд необходимых условий:

- 1) сформулировать основные цели контроля знаний по физике: контроль знаний по разделу, по теме, контроль остаточных знаний после изучения всего курса;
- 2) разработать банк тестовых заданий, соответствующий поставленным целям;
- 3) подготовить интерфейс пользователя, позволяющий произвести сравнительно простую интеграцию тестирования в учебный процесс;
- 4) предусмотреть комплекс мер и средств, препятствующих подтасовке результатов;
- 5) произвести ряд административных мероприятий, обеспечивающих успешное внедрения нового инструмента контроля знаний в учебный процесс.

Все эти рекомендации использовались при разработке программного комплекса для экспресс контроля знаний по физике методом тестирования Xpress Test. Необходимость разработки данного комплекса вытекала из-за отсутствия на рынке программного обеспечения, максимально полно реализующего вышеперечисленные условия.

В процессе разработки данного комплекса был спроектирован и разработан как сам комплекс программ для проведения тестирования, так и банк задач для его апробации в условиях учебного процесса.

По результатам внедрения и применения Xpress Test можно сделать ряд выводов:

- 1) наиболее эффективно Xpress Test работает в компьютерном классе с локальной сетью;
- 2) необходим контроль преподавателя по недопущению использования справочных материалов и фальсификации результатов методом «замены тестируемого»;

3) с учетом вышеперечисленного разработанный комплекс готов к применению как дополнительный инструмент контроля знаний.

Материалы о комплексе Xpress Test можно найти на сайте <http://xpt.da.ru>.

## **Методы мотивации изучения физики в системе инженерного образования**

В.С. Звонов, А.С. Поляков, В.Н. Скребов, А.И. Трубилко

196105, Санкт-Петербург, Московский пр.149, СПб Университет МВД России,

[tai@at3024.spb.edu](mailto:tai@at3024.spb.edu)

Современные условия жизни общества формулируют новые задачи обучения и, следовательно, возникает необходимость разработки новых технологий обучения. При этом этот процесс в настоящее время протекает явно в неблагоприятных условиях. В докладе анализируются факторы, препятствующие продуктивной реализации существующих технологий обучения физики. Основными из них являются: ограниченность времени, отводимого на изучение физики, как в школах, так и в технических вузах, изменение представлений о месте физики в системе образования, неэффективность в реальных условиях системы контроля.

Эти условия еще больше обострили постановку извечного вопроса «зачем инженеру физика?». Огромную роль в процессе обучения играет мотивация обучающегося. Особенно трудно школьников в старших классах и студентов на младших курсах вузов убедить в необходимости изучения физики. Возраст 18-20 лет – это тот возраст, когда человек думает, что он уже все «познал» и главная его задача – как можно быстрее начинать получать от жизни материальные блага, а физика отнюдь не ускоряет этот процесс потребления. Анализ показывает, что «узким местом» в процессе образования в настоящее время является именно низкая мотивация обучающегося.

В основе мотивации лежат два фактора: интерес (в том числе и прагматический) и необходимость пройти достойно систему контроля. В докладе анализируются существующие методы повышения мотивации обучаемого в процессе изучения физики в

инженерных вузах, где физики относятся к числу «непрофильных дисциплин». В частности, анализируются попытки так называемой «специализации» курса физики, чего часто требуют представители выпускающих кафедр. Показано, что попытки создать курсы «строительной физики», «горной физики» или «пожарной физики» не только противоречат государственным стандартам, но и непродуктивны. При разработке методов повышения мотивации к изучению физики с нашей точки зрения перспективными являются такие, эффективность которых не зависит от внешних условий (или, по крайней мере, зависит в незначительной степени).

Нами развивается новый метод проведения занятий, сочетающий следующие элементы:

Совмещение практических и лабораторных занятий;

Сочетание самостоятельной работы обучаемых с возможностью получения консультации преподавателя.

Длительность такого занятия шесть академических часов и проводятся они после прочитанного цикла лекций. В докладе анализируются данные работы по этому методу с точки зрения повышения мотивации. На начальном этапе главным мотивом выполнения этих заданий является обязательность его выполнения, причем самостоятельно, и последующая оценка. В процессе выполнения обучаемый вынужден обращаться к литературе, которая имеется на занятиях, учиться читать научную и техническую литературу, убеждаясь, что это не то же самое, что чтение художественной. В дальнейшем у обучаемого развивается интерес, он видит свои недостатки в знании математики и т.п. В процессе работы, как показывает опыт, у обучаемого появляются и другие мотивы, например, развитие самоуважения, поскольку он видит, что все не так уж страшно. В заключение анализируются перспективы дальнейшего развития этого метода обучения и способов контроля.

## **Адаптационные аспекты физического практикума в системе «гимназия – вуз»**

Т.В. Лавряшина, Э.Н. Лебединская, Г.К. Барабошкина

КузГТУ, Кемерово, 650026, Весенняя 28, gdb@kuzstu.as.ru

Обобщается многолетний опыт организации лабораторного физического практикума для учащихся гимназии на базе кафедры физики КузГТУ.

Цель практикума – углубленное изучение физики при решении конкретных экспериментально-расчетных заданий. Лабораторные работы физического практикума и методические указания к их выполнению разработаны в соответствии с программой углубленного изучения курса физики учащимися технической гимназии. В ходе выполнения практикума учащиеся 10<sup>х</sup> - 11<sup>х</sup> классов проводят исследования по основным разделам: молекулярная физика, термодинамика, электромагнетизм, волновая и квантовая оптика, атомная и ядерная физика.

Технический профиль гимназии требует акцентирования внимания учащихся на практическом использовании физических явлений, показывает для решения каких практических задач необходимо изучение курса физики. Последовательность и время выполнения лабораторных работ определяется программой изучения курса физики. Синхронность теоретической проработки материала и его закрепление при проведении эксперимента с обсуждением результатов имеет неоспоримое преимущество перед физическим практикумом, проводимым в конце учебного года.

Методические указания по выполнению лабораторных работ, изданные типографией вуза и продублированные на электронных носителях, несут не только руководящую, но и направляющую нагрузку, способствуют переходу к активным формам обучения, развивают навыки, осуществлению самопроверки. Проведение практикума преподавателями вуза с использованием методик, применяемых в высшей школе, является важным этапом адаптации при переходе ступени «школа – вуз».

Практикум дает учащимся возможность подготовиться к работе в условиях ВУЗа, знакомит их с требованиями, предъявляемыми к будущим студентам, показывает для решения каких практических задач необходимо изучение курса физики.

Приводится перечень работ, включенных в физический практикум, прилагаются 2 сборника методических указаний к выполнению работ данного практикума.

## Компьютерная поддержка в поведении физического практикума в средней школе

А.С. Габидуллин, А.Р. Камалеева

г. Зеленодольск. Р.Т.

Конец – всему венец.

Для каждого учителя одной из актуальных методических и дидактических задач является оптимизация деятельности учащихся по применению полученных знаний, умений и навыков. В условиях физического практикума это можно организовать, используя компьютерную поддержку, что позволяет не оптимизировать процесс обучения, но и обобщать и систематизировать теоретические и практические умения и навыки, осуществлять диагностику знаний учащихся.

Компьютерная программа «Диагностика и методика проведения физического практикума в старших классах средней школы» содержит 3 взаимосвязанные части:

1. Методика проведения физического практикума в старших классах.
2. Описание работ физического практикума.
3. Графическая диагностика выполнения работ учащимися.

В первой части дается развернутая характеристика методики проведения физического практикума, предлагаются конкретные рекомендации учителю по подготовке учащихся к выполнению работ практикума. Также в этой части к каждой работе практикума заложены контрольные вопросы и задачи (3-5), которые накануне занятия учитель задает ученикам для выполнения дома.

Вторая часть программы содержит 18 работ практикума (все двухчасовые): по 6 работ – для каждого из 9-11 классов. Работы подобраны с учетом:

- необходимости обобщения и коррекции знаний, умений и навыков учащихся по соответствующим разделам физики,
- наличия технических средств, которыми располагает современная школа.

Эта часть программы наиболее мобильна, она может периодически обновляться путем замены одних работ другими по мере приобретения нового оборудования.

В состав работ для 9-го класса вошли работы не только по механике, но и за курс 7-8 классов с целью повторения и подготовки учащихся к выпускным экзаменам.

Третья часть программы начинает «работать» в процессе проведения практикума,



после оценивания каждой работы ученика (всего 4 оценки: за домашнюю подготовку, участие в работе, оформление работы, сдачу работы) и учитель (или лаборант) вносит оценки каждого ученика в базу данных этой части программы. После чего машина выдает график «успешности» каждого ученика и график «успешности» класса в целом.

Такой способ является очень убедительным и эффективным, так как:

- 1) имея информацию о пробелах в знаниях учащихся, можно перестроить свою работу в будущем, более эффективно и предметно проводить консультации перед экзаменом.
- 2) на основе полученных данных учитель может дать рекомендации каждому ученику, корректируя его знания по конкретной теме,
- 3) более достоверно и наглядно продемонстрировать уровень знаний и умений каждого ученика на родительских собраниях.

#### **Резюме.**

Компьютерная поддержка в проведении и диагностике физического практикума дает возможность:

- развивать приемы активизации познавательной деятельности учащихся;
- формировать практические навыки учащихся;
- развивать самостоятельность мышления учащихся при выполнении работ практикума;
- проводить обобщение и систематизацию знаний учащихся по соответствующим разделам физики;
- перестроить тематическое и поурочное планирование учителя с учетом результатов диагностики;
- экономить время учителя.