

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
∞
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
∞
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

3/2013

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический рецензируемый журнал

№ 3 2013 июль-сентябрь

Основан в марте 1997 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN 2079-875X

Издание журнала одобрено
МИНИСТЕРСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы VIII Международной конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы физики»

Главный редактор

В. К. Свешников

Зам. главного редактора

Г. Г. Зейналов

Ответственный секретарь

Т. В. Кормилицына

Редакционная коллегия

Х. Х. Абушкин, В. К. Битюков,
Н. В. Вознесенская, Р. В. Конакова,
М. В. Ладошкин, С. М. Мумряева,
С. А. Ямашкин

Редакционный совет

В. В. Кадакин, У. К. Алекперов,
П. В. Замкин, В. В. Майер,
Н. М. Мамедов, Л. А. Микешина,
М. П. Миронова, Л. А. Назаренко,
А. М. Пашаев, В. П. Савинов,
Т. И. Шукшина, Н. А. Яценко

Редактор

Н. Ф. Голованова

Компьютерный набор и верстка

Т. В. Кормилицыной

Учредители журнала:

- ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»
- ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»
- Академия государственного управления при Президенте Азербайджанской Республики

Адрес редакции:

430007, г. Саранск,
ул. Студенческая, 11 а,
МордГПИ, кабинет 221, редакция журнала
«Учебный эксперимент в образовании»

Телефон: (8342) 33-92-82

Факс: (8342) 33-92-67

E-mail: edu_exp@mail.ru

Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС 77-43655

Издание реферируется ВИНТИ РАН
Журнал включен в РИНЦ

Журнал издан за счет средств проекта 2.2.1 Решение комплексных проблем в области физики и математики на базе научно-образовательного центра и научно-исследовательских лабораторий Программы стратегического развития института на 2012 – 2016 гг.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

ОТ РЕДАКЦИИ

Уважаемые читатели!

21–23 октября 2013 г.

на базе ФГБОУ ВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. М. Е. ЕВСЕВЬЕВА»
проводится

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ»

Организаторы конференции:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ
АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК РФ
ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ А. Ф. ИОФФЕ
ФГУП ВСЕРОССИЙСКИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. И. ЛЕНИНА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В. И. УЛЬЯНОВА
ФГБОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА»
РЯЗАНСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФГБОУ ВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. М. Е. ЕВСЕВЬЕВА»
САРАНСКИЙ ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ
МОРДОВСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО СОЮЗА НИО
ФГБОУ ВПО «МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»
ГУБ РМ НИИС ИМ. А. Н. ЛОДЫГИНА
ОАО «ЭЛЕКТРОВЫПРЯМИТЕЛЬ»

В работе конференции предполагается работа секций:

- СЕКЦИЯ 1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
- СЕКЦИЯ 2. ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ
- СЕКЦИЯ 3. ФИЗИКА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР
- СЕКЦИЯ 4. ФИЗИКА ЭЛЕКТРОННЫХ И ИОННЫХ ПРИБОРОВ
- СЕКЦИЯ 5. ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЙ. СВЕТОТЕХНИКА
- СЕКЦИЯ 6. ТЕХНИКА ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
- СЕКЦИЯ 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ В ВУЗЕ

Международная научно-техническая конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы физики» продолжает традиции конференций, проводимых в г. Саранске (1992, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2007, 2009, 2012 гг.).

Основными задачами конференции являются:

– обмен информацией о научно-технических достижениях в области физики, физики полупроводников и низкоразмерных структур, физики электронных и ионных приборов, источников излучений, светотехники, а также техники физического эксперимента и использования современных достижений в учебном процессе в вузе;

– проведение сравнительного анализа и обсуждение результатов работ теоретического и прикладного характера;

– установление научных связей и областей взаимодействия для ускорения развития и повышения уровня научных исследований, расширение возможностей внедрения результатов исследований в реальную практику.

Рабочий язык конференции: русский.

С оперативной информацией можно ознакомиться на сайте МордГПИ
www.mordgpi.ru

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 101.1

ФИЛОСОФИЯ И НАУКА: ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОСВЯЗИ *

Г. Г. Зейналов

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Статья раскрывает глубокие проблемы взаимосвязи философии и науки в рамках единой культуры.

Ключевые слова и фразы: философия, наука, взаимосвязь, знание, культура.

Издавна ведутся научные дискуссии о взаимосвязи философии и науки. Развитие философии и науки взаимообуславливают друг друга. Философия обобщает, систематизирует достижения культуры и науки, доводит их до общетеоретического уровня. Практически это квинтэссенция (сгусток) всей культуры по поводу своих оснований. Поэтому изучение философии способствует повышению общей культуры и формированию философской культуры личности и научного мышления. Это происходит, когда культура оказывается расчлененной на отдельные компоненты, среди которых есть научный. Философия стремится этот искусственно расчлененный мир культуры связать в некую целостность. Философия появляется там, где это расчленение культуры приобретает четко выраженный характер.

Это впервые более отчетливо происходит в Древней Греции, поэтому в классическом варианте философия и наука появляются именно там. В этом человеку помогает его навыки философского мышления, критическое осмысление взглядов других людей. В Древней Индии, Китае мировоззрение иррационально и синкретично, поэтому культура сохраняет свою целостность и не происходит вычленение философии и науки.

Еще в античности Платон и Аристотель пытались разграничить науку и философию. Аристотель утверждал, что философия (как наука наук) познает природу сущего, а наука изучает его отдельные проявления. Знание этого периода, именовавшееся «философией», носило синкретический характер и содержало в себе зачатки и научного, и философского знания, оно включало в

* Научное исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг.»: соглашение на предоставление гранта № 14.В37.21.0989. Тема гранта «Методология развития социокультурных констант образовательного пространства инновационного вуза в структуре устойчиво-развивающегося общества».

себя и разнообразные конкретные наблюдения с их эмпирическими обобщениями, и теоретические, умозрительные размышления о мире и о себе, о ценностях и смысле жизни. Начиная с XIX в. в конкретно-научном знании увеличивается удельный вес теорий. Становится популярным утверждение о величии науки и неполноценности философии. Промышленная революция возвышает практическую ценность конкретного знания. Позитивизм в лице О. Конта, Г. Спенсера утверждает о познавательной ценности философии только в периоды отсутствия науки. Зрелая наука не нуждается в умозрительной философии, т. к. сама успешно решает проблемы бытия. Этим позитивизм абсолютизируя только научно-познавательные функции философии, не рассматривает ее эпистемологический аспект, отрицает ее софийные компоненты, мировоззренческую направленность. Взаимосвязь науки и философии активно обсуждается и в XX в. Одни ученые утверждали о различии объектов исследований философии и науки, другие, проводили грань через внутри исследуемых проблем. В. Вернадский писал: «Я смотрю на развитие философии в развитии знания совсем иначе, чем большинство натуралистов, и придаю ей огромное плодотворное значение. Мне кажется, что это стороны одного и того же процесса – стороны совершенно неизбежные и неотделимые. Они отделяются только в нашем уме. Если бы одна из них заглохла, то прекратился бы живой рост другой... Философия заключает зародыши, иногда даже предвосхищает целые области развития науки... В истории науки можно ясно и точно проследить такое значение философии, как корней и жизненной атмосферы научного изыскания» [1, с. 7].

Согласно А. Уайтхеду, философия и наука – два относительно самостоятельные уровни движения, между которыми нет прямого соотношения, но есть определенные связи (часто неоднозначные и опосредованные), наблюдаются также определенные параллели в их развитии... Но человеческий дух развивает в философских системах свои наиболее глубокие интуиции [5]. Игнорирование научных достижений философией привело бы ее к бессодержательности. Поэтому философия призвана способствовать гуманизации науки, повышению в ней роли нравственных факторов. Она должна ограничивать непомерные притязания науки на роль единственного и универсального способа освоения мира. Она соотносит факты научного познания с идеалами и ценностями гуманитарной культуры.

Несмотря на выше сказанное, в рамках философии часто обсуждается вопрос: «Является ли философия наукой?». Философия – особая форма деятельности человека, отличная от науки, но тесно связанная со становлением и ее развитием.

Как мы отметили, философия отвечает требованиям научного знания наличием своего – предмета, категориального аппарата, метода, функций. Возникновение первых научных учений относят к 6 в. до н. э. Философское знание всегда было переплетено с естественнонаучным. Философия постоянно обрабатывала информацию из различных областей познания. В содержа-

ние философского знания входят такие понятия как атом, вещество и некоторые общие законы естествознания.

Философия – это рационально-теоретическое мировоззрение. Познание – деятельность по получению, хранению, переработке и систематизации знаний об объектах. Знание – результат познания [2, с. 5–12.].

Система знания считается наукой, если она отвечает определенным критериям: 1) объективность (изучение природных объектов, явлений, взятых самих по себе, независимо от интересов индивида, его субъективности); 2) рациональность – обоснованность, доказательность – в рамках любой науки; 3) нацеленность на воспроизведение закономерностей объекта; 4) системность знаний – упорядоченность по определенным критериям; 5) проверяемость – воспроизводимость знаний через практику.

Пятый критерий не применим к философии, т. е. не всякое философское учение может быть воспроизведено через практику. Поэтому философия – это наука особого рода.

Философию и науку сближают следующие моменты.

Апелляция к разуму; опора на опыт; наличие категорий и методов; отражение свой предмет в абстрактных понятиях, категориях (философское мышление разворачивается в сфере всеобщих категорий); поиск истины; стремление логически обосновать знание и выразить его в теоретической форме; оба критически и скептически относятся к авторитетам и интеллектуальная самостоятельность.

Отличие философии от конкретнонаучного знания:

1. Философия исследует проблему субстанции мира. Науки изучают сущность конкретных явлений.

2. Различие философии и науки в понятийном аппарате. Язык науки – четкая фиксация объема и содержания понятий, раскрывающие содержание конкретных явлений. Философия создает свой язык категорий и понятий (возможность и действительность, причина и следствие). Содержание категорий философии раскрывает универсальные, существенные связи бытия.

3. Если предмет конкретнонаучных исследований изучает фрагменты действительности, то предмет философии имеет дело с бытием в целом. Философия направлена на общее, а наука – на частное. Наука изучает закономерности процессов, а философия стремится узнать предпосылки, сущность вытекающего из этого любого знания.

4. Философия устанавливает подлинные цели человеческой жизни, а наука их реализует.

5. Философское знание имеет личностный характер, т. е. вытекает из взаимоотношения человека с миром, несет на себе индивидуальный отпечаток творца. Будучи исповедью интимного «я», принимает форму повествования о мировом «Всем» (П. С. Юшкевич). Научная истина безлична, она этот вопрос не обсуждает.

6. Наука опирается на факты, экспериментальную проверку, философская истина не подлежит верифицированию (доказательству на опыте, она

уводит нас в мир чувственных восприятий, абстракций (добро, справедливость, зло).

7. Философские проблемы относятся к разряду вечных. Проблемы частных наук конкретны. В науке есть прогресс, в философии – нет (идеи XIX в. не отличаются от идей XXI в). В этом плане философия ближе к искусству.

8. Конкретные науки дают философии практический материал, она их интерпретирует.

9. Наука непрерывно развивается путем смены старых парадигм новыми. Философские проблемы остаются всегда. Новая философская система не упраздняет ранее существующие системы, а их дополняет.

10. Если в сфере наук для исследования требуются особые условия (обучение, подготовка, метод, инструментарии), то философия не претендует на особые условия. К ней может приобщиться каждый, кто способен от природы рассуждать вокруг философских вопросов.

Философия имеет связь с культурой народа, с типом и уровнем развития общества (Философия Запада, Востока). Наука не имеет культурных особенностей и национальных различий.

12. Цель науки – описание, объяснение, предсказание явлений на основе открываемых ею законов. Философия основывается на формировании новых норм, идеалов, ценностей.

13. Конкретные научные дисциплины обладают большей автономией по отношению к общественному сознанию, а философское знание, будучи частью общественного сознания, опирается на все формы общественного сознания.

В философии нельзя конкретно ответить на вопрос, а наука выводит конкретный ответ.

Безосновательно лишать философию статуса науки на том основании, что она в своем историческом развитии представлена плюралистично направлениями (материализм и идеализм, диалектика и метафизика), течениями (позитивизм, экзистенциализм, прагматизм, диалектический материализм), школами, сообществами (Милетская школа, Элейская школа, Франкфуртская школа и др.).

В процессе развития происходило очищение философии от нефилософских проблем и дифференциация многих частных наук. Этот процесс не завершен. Логика, этика, эстетика и многие другие науки, претендуя на самостоятельность, как науки, сохраняют тесную связь с философией. Благодаря этой связи происходит взаимовлияние науки и философии. Научные открытия изменяют философскую картину мира (Допустим, теория относительности Эйнштейна предложила совершенно новую картину мира), а философия выступает мировоззренческой основой всякой научной деятельности и объединяет достижения разрозненных наук в единую «ткань» культуры [3].

Рожденная греками единой и нераздельной наукой, философия в Новое время, при дифференцированном состоянии отдельных наук, становилась

синтезатором результатов деятельности остальных наук, одним общим познанием и проводником нравственной жизни. Первую попытку выделить круг задач философии от формирующихся конкретных наук, каждая из которых занята исследованием своей области явлений, предпринял Аристотель. В течение многих веков подход Аристотеля утвердил в сознании людей идею о философии как о «науке наук». В XIX-XX веках возник позитивизм, поставивший под сомнение научность и познавательные возможности философии, а также содержание Священного Писания.

Между философией и наукой постоянно идет процесс обмена идеями, что породило между ними пограничные области знания (философские вопросы физики, математики, биологии, социологии. Многие научные проблемы сначала обсуждались в философии, потом осваивались конкретными науками; например, идея относительности, несамостоятельности пространства и времени, которая в начале обсуждали философы Лейбниц, Мах, затем математики Лобачевский, Пуанкаре, позднее физик Эйнштейн). Еще никогда ранее философия не была столь научно ориентирована, как сейчас. С развитием науки и ростом ее общественного влияния происходит вытеснение наукой всех других форм культуры – религии, философии, искусства и слияние с образованием.

Философия формирует самосознание науки, исследует проблемы сущности и особенностей научно-познавательной деятельности. Философские размышления над наукой способствуют лучшему пониманию ее возможностей и перспектив, механизмов, движущих сил роста научного знания, характера его взаимоотношений с другими формами общественного сознания, образом жизни, культурой. Особенно они необходимы в эпохи научных революций (XVI–XVII вв., конец XIX – начало XX вв., последняя треть XX в.). В эти периоды происходили изменение оснований науки, становление новой системы научных представлений и концепций. Философско-методологические проблемы выступают необходимым условием критического переосмысления традиционных представлений о предмете и методах науки и предпосылкой разработки новых перспективных исследований.

Анализируя историю развития научной мысли, А. Койре утверждает, что: 1) научная мысль никогда не была полностью отделена от философской мысли; 2) великие научные революции всегда определялись катастрофой или изменением философских концепций; 3) научная мысль развивалась в рамках определенных идей, фундаментальных философских принципов [4, С. 14–15].

Таким образом, философия, предметом которой является всеобщее (по крайней мере, частью своего содержания) входит в состав научной сферы знания. В этом плане она – наука. Ее предметная специфика как вида научного знания – предельная обобщенность информации с точки зрения основного вопроса мировоззрения. Непосредственной целью науки является описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности в качестве предмета изучения, на основе открываемых ею законов.

Соотношение философского и частнонаучного знания заключается в следующем: с одной стороны, философия выступает теоретическим обобщением эмпирического конкретнонаучного знания, интеграцией и синтезом дифференцированных научных знаний в единую научную картину мира. С другой – философия выступает методологией частных наук, вырабатывает подходы к рассмотрению эмпирических фактов, способом освоения мира на основе универсальных, наиболее общих закономерностей, методов, принципов и связей основных подсистем бытия. В этом состоит диалектичность, взаимозависимость и взаимодействие абстрактной философии с конкретным знанием частных наук.

Литература

1. Вернадский, В. И. Научная мысль как планетарное явление / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1991. – 271 с.
2. Зейналов, Г. Г. Поиски новой рациональности в науке / Г. Г. Зейналов // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 2. С. 5–12.
3. Зейналов, Г. Г. Методологическое значение курса «Философия и научное открытие» в образовательном пространстве инновационного вуза / Г. Г. Зейналов, С. С. Котова, Е. Н. Родина // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – № 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www. online -science.ru/m/products/philosophy_science/gid435/pg0](http://www.online-science.ru/m/products/philosophy_science/gid435/pg0).
4. Койре, А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий / А. Койре. – М. : Прогресс, 1985. – 286 с.
5. Уайтхед, А. Н. Избранные работы по философии / А. Н. Уайтхед. – М. : Прогресс, 1990. – 720 с.

УДК 371.2

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И УКРАИНЕ

И. В. Капустин

КВУЗ «Харьковская академия непрерывного образования», Харьков, Украина

В статье приведен сравнительный анализ мониторинговых исследований качества образования в Российской Федерации и Украине.

Ключевые слова и фразы: качество образования; мониторинг качества образования; оценка качества образования; общеобразовательные учреждения.

Как для России, так и для Украины проблема мониторинга в образовании является относительно новой.

В Федеральной целевой программе развития образования на 2011–2015 годы, которая является организационной основой государственной политики Российской Федерации в области образования, акцентируется внимание на необходимости развития системы оценки качества образования [11].

Подобная ситуация наблюдается и в Украине. Так, Национальная доктрина развития образования одним из направлений модернизации управления образованием называет создание системы мониторинга эффективности принятия управленческих решений [10].

В Национальной стратегии развития образования в Украине на 2012–2021 года ключевым направлением государственной политики называется обеспечение национального мониторинга системы образования. При этом предусматривается разработка Концепции национальной системы мониторинга и оценки качества образования, создание модели проведения мониторинговых исследований для разных уровней управления (внутришкольного, регионального, национального), участие в международных сопоставительных исследований качества образования (TIMSS, PISA, PIRLS и др.) и т. д. [7].

На наш взгляд, важным является анализ состояния мониторинговых исследований в обеих странах в контексте реализации вышеупомянутых нормативно-правовых документов, в которых идет речь о формировании и функционировании национальной системы мониторинга качества образования.

Вопросы мониторинга и мониторинга качества образования отражены в работах ведущих российских и украинских ученых.

В России проблемами мониторинга занимались В. Аванесов, И. Бестужев-Лада, И. Герасимов, В. Кальней, А. Майоров, Д. Матрос, А. Субетто, С. Шишов и др. В Украине мониторингу в образовательной сфере посвятили свои труды И. Булах, Г. Ельникова, Т. Лукина, Е. Локшина, В. Лунячек, А. Ляшенко, С. Подмазин, З. Рябова и др.

В. Болотов и др. акцентируют внимание на том, что система оценки качества образования, предусматривающая системное проведение мониторинговых исследований, является одним из ключевых элементов системы образования и лежит в основе управления, основанного на знании ситуации [3]. И. Ликарчук и др. систему мониторинга качества образования в Украине называют важным фактором реформирования национальной образовательной системы [1]. Анализ вышеуказанных работ свидетельствует о сходстве проблем по внедрению системы мониторинговых исследований в Российской Федерации и Украине и указывает на необходимость поиска путей по совершенствованию системы мониторинга и оценки качества образования в обоих государствах.

В Украине и Российской Федерации на сегодня в целом создана нормативно-правовая база для проведения мониторинговых исследований.

В Российской Федерации разработана Концепция общероссийской системы оценки качества образования, которая определяет объекты в системе

качества образования, механизмы организации и проведения оценки качества образования, внешнюю и внутреннюю оценку качества образования [5].

Аналогичная работа проводится и в Украине. На сегодня уже создан проект Концепции создания и функционирования Национальной системы мониторинга качества образования (НСМКО), который предусматривает разработку системы индикаторов качества образования, реализацию новых подходов к взаимодействию граждан и общеобразовательных учреждений, становление эффективных способов управления образованием на разных уровнях [9].

В Украине изданы нормативно-правовые акты, обеспечивающие проведение мониторинговых исследований на всех уровнях управления образованием. Постановлением Кабинета Министров Украины от 14.12.2011 № 1283 был утвержден Порядок проведения мониторинга качества образования, которым определен механизм организации та проведения мониторинга качества дошкольного, внешкольного, начального, базового и полного общего среднего, профессионально-технического, базового и полного высшего образования, основные задания, методы и этапы мониторинга. В данном документе акцентируется внимание на том, что мониторинг проводится на всех уровнях управления образованием: локальном, региональном и общегосударственном [8].

Вышеприведенные нормативно-правовые акты свидетельствуют о значении мониторинга и оценки в образовательной политике обоих государств.

Создание национальной системы мониторинга и оценки качества образования предусматривает не только формирование нормативно-правовой базы для проведения исследований, но и создание институций, обеспечивающих эффективное проведение мониторинговых процедур на всех уровнях управления образованием.

С целью модернизации системы управления качеством образования и информирования общества об объективном состоянии образования в Российской Федерации создана общероссийская система оценки качества образования (ОСОКО), которая предусматривает независимые объективные формы оценки и контроля, а также – основание сети учреждений, занимающимися проблемами оценки качества образования. Такими учреждениями сегодня являются:

- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки;
- Федеральный институт развития образования;
- Федеральный институт педагогических измерений;
- Федеральный центр тестирования.

Кроме того, в Российской академии образования деятельность в сфере оценки качества образования осуществляют две структуры:

- Институт содержания и методов обучения (Центр оценки качества образования), обеспечивающий организацию проведения международных сопоставительных исследований (PIRLS, TIMSS, PISA, CIVIC, SITES) и

участвующий в научно-методическом сопровождении единого государственного экзамена;

– Институт управления образованием, занимающийся исследованиями в области оценки результатов обучения школьников и качества деятельности образовательных учреждений.

В рамках ОСОКО функционируют региональные научно-исследовательские институты, службы по надзору и контролю в сфере образования и центры оценки качества образования [3].

В Украине образовательную политику в сфере оценивания качества образовательной деятельности на национальном уровне осуществляют Украинский центр оценивания качества образования, Государственная инспекция учебных заведений и Институт инновационных технологий и содержания образования. Кроме того, в составе некоторых департаментов Министерства образования и науки Украины функционируют отделы или сектора мониторинговых исследований.

Украинский центр оценивания качества образования, который был основан в Украине в 2006 году, выполняет те же функции, что и российский Институт содержания и методов обучения. Он осуществляет организацию внешнего оценивания учебных достижений выпускников общеобразовательных учебных заведений и проведение международных исследований качества образования.

С целью обеспечения качественного проведения вышеуказанной работы в 9-ти регионах Украины созданы региональные центры качества образования (Киевский, Симферопольский, Донецкий, Харьковский, Днепропетровский, Винницкий, Львовский, Ивано-Франковский, Одесский).

Проведение мониторинга качества образования на региональном уровне стало причиной создания структурных подразделений в областных институтах последипломного педагогического образования, деятельность которых предусматривает обеспечение проведения в регионах национальных и региональных мониторинговых исследований в системе общего среднего и дошкольного образования.

Важным источником получения информации о состоянии образования является участие страны в международных сопоставительных исследованиях. Начиная с 1988 года, Россия участвует практически во всех международных исследованиях качества общего образования, которые проводят Международная Ассоциация по оценке образовательных достижений IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievements) и Организация экономического сотрудничества и развития OECD (Organization for Economic Co-operation and Development).

Так, в Международном исследовании по оценке качества математического и естественнонаучного образования TIMSS Российская Федерация принимала участие 6 раз (в 1995, 1999, 2003, 2007, 2008 и 2011 годах), Программе международной оценки обучающихся: «Мониторинг знаний и умений в новом тысячелетии (PISA)» – 4 раза (в 2000, 2003, 2006 и 2009 годах),

Международном проекте «Изучение качества чтения и понимания текста» (PIRLS) – 3 раза (в 2001, 2006 и 2011 годах), Сравнительной оценки граждановедческой подготовки выпускников средней школы CIVIC – 2 раза (в 1999 и 2000 годах), во Втором сравнительном исследовании применения информационных и коммуникационных технологий в образовании (SITES) – в 1999 году, во Втором исследовании по сравнительной оценке математической подготовки учащихся (IAEP II) – в 1991 году [3].

В отличие от Российской Федерации Украина только дважды принимала участие в международном сравнительном исследовании качества естественнонаучного и математического образования TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) – в 2007 и 2011 годах. Причем, если в 2007 году в исследовании были задействованы учащиеся начальной и основной школы, то в 2011 году участниками стали ученики 8-х классов.

Стоит отметить, что в других международных исследованиях (PISA, PIRLS и т. д.) Украина ни разу не участвовала.

Другим важным источником получения информации о качестве результатов обучения в общеобразовательных учебных заведениях наряду с международными сравнительными исследованиями в Российской Федерации является единый государственный экзамен (ЕГЭ), а в Украине – внешнее независимое оценивание (ВНО). Введение ЕГЭ и ВНО было обусловлено необходимостью внедрения системы внешней оценки, независимой от школы.

Единый государственный экзамен, который на всей территории в Российской Федерации проводится с 2009 года, на сегодня является основной формой государственной итоговой аттестации выпускников средних школ и наряду с этим служит вступительным экзаменом во все высшие учебные учреждения.

В 2010 году участниками ЕГЭ, который проводился по 14 учебным предметам, стали 878 000 человек. При этом было проведено более 3 000 000 экзаменов [3].

Вторым шагом по внедрению внешнего оценивания результатов обучения школьников в общеобразовательных учреждениях стало введение государственной итоговой аттестации выпускников 9 классов общеобразовательных учреждений в новой форме [3].

В Украине внешнее независимое оценивание было введено в полном объеме в 2008 году. На сегодня внешнее независимое оценивание является единственной внешней оценкой учебных достижений выпускников общеобразовательных учебных заведений, которое проводится на национальном уровне. В период с 2008 по 2012 года участие во внешнем независимом оценивании приняли 1 603 007 учащихся 11-х классов, которые выполнили 5 625 692 стандартизованных тестов [1].

В отличие от ЕГЭ, проводящегося в Российской Федерации, внешнее независимое оценивание, по результатам которого выпускники общеобразовательных учебных заведений получают сертификаты для поступления в ву-

зы, не исключает проведение государственной итоговой аттестации за курс общеобразовательной школы.

Развитие национальной системы мониторинга и оценки качества образования предусматривает проведение исследований на национальном и региональном уровнях.

В Российской Федерации эти исследования направлены, прежде всего, на измерение уровня образовательных достижений учащихся и осуществляются во время:

- аккредитации образовательных учреждений;
- государственной итоговой аттестации выпускников средней школы в форме единого государственного экзамена (ЕГЭ);
- государственной итоговой аттестации выпускников основной школы в независимой форме;
- промежуточной аттестации учащихся, проводимой на уровне класса или школы;
- выборочных мониторинговых исследований федерального и регионального уровней [3].

Если в России исследования качества образования направлены больше на изучение результативности учебно-воспитательного процесса, то в Украине национальные исследования более разнообразны и проводятся не только в сфере школьного, но и дошкольного образования. С целью получения информации о современном состоянии развития образования в Украине было реализовано серию национальных мониторинговых исследований:

- состояния дошкольного образования (2008-2010 года);
- взаимодействия органов управления образования, детских и молодежных организаций Украины по вопросам социального становления молодежи (2008 год);
- эффективности введения учебного курса «Основы здоровья» в 8-м классе (2009 год);
- отношения молодежи и других категорий населения к реформам образования (2009 год);
- состояния инклюзивного образования в Украине (2010-2012 года);
- статуса и роли учителя в украинском обществе (2011-2012 года);
- уровня двигательной активности как ведущей детерминанты формирования здорового способа жизни детей и молодежи (2010-2012 года);
- развития системы образования детей старшего дошкольного возраста в условиях реализации преемственности дошкольного и начального общего образования (2010-2012 года);
- реализации Концепции профильного обучения в старшей школе (2011-2012 года);
- состояния и развития профессионально-технического образования (2011-2014 года);
- введения информационно-коммуникационных технологий в общеобразовательных учебных достижениях (2012-2013 года);

- учебно-методического и материально-технического обеспечения предметов естественнонаучного и математического цикла (2012 год);
- превентивного образования детей и ученической молодежи в учебных заведениях (2012 год).

Кроме того, начиная с 2007 года, на национальном уровне ежегодно проводится мониторинг качества учебников, способствующий повышению качества учебной литературы и создания фонда учебников для общеобразовательных учебных заведений.

Однако, несмотря на большое количество национальных исследований, проводящихся в Украине, отсутствует их системный характер, что можно объяснить двумя причинами: отсутствием среди большинства ученых единого мнения относительно сущности понятия качества образования и его структуры и отсутствием утвержденной на общегосударственном уровне национальной системы показателей качества образования.

В обоих государствах мониторинговые исследования проводятся не только на национальном, но и на региональном уровне. В Российской Федерации в большинстве регионов создаются региональные системы оценки качества образования, которые предусматривают не только организацию в регионах сравнительных исследований качества образования, проводимых на федеральном уровне, но и проведение своих мониторинговых исследований. При этом широко используется инструментарий международных исследований.

Так, в 1999-2000 годах в Республике Татарстан проводилось исследование по изучению математической и естественнонаучной подготовки школьников 8-го класса с использованием инструментария исследования TIMSS-1999. В 2002 году в Смоленской области среди выпускников начальной школы проходило исследование по оценке уровня подготовки по чтению выпускников начальной школы, обучавшихся по комплексу «Начальная школа XXI в.» под ред. Н.Ф. Виноградовой. При этом использовался инструментарий и результаты международного исследования PIRLS-2001, проведенного в Российской Федерации [3].

Региональные исследования в Украине также в большинстве своем ориентированы на изучения результативности обучения школьников в общеобразовательных учреждениях. При этом большое внимание уделяется результатам внешней оценке. В Донецкой и Луганской области одним из направлений исследований являются результаты внешнего независимого оценивания. Донецким областным институтом последипломного педагогического образования в рамках выше приведенного исследования выявлялись факторы, которые влияли на результаты ВНО, в том числе, профиль обучения и кадровый состав учителей. Луганским областным институтом последипломного педагогического образования с 2011 года проводится сравнительный анализ результатов региональных мониторинговых исследований качества образования учащихся 4-х, 9-х, 11-х классов и внешнего независимого оценивания [6].

Однако региональные исследования в Украине не ограничиваются анализом результатов внешнего оценивания. Их планирование и организация осуществляется в регионах, исходя из образовательных потребностей. Так, в Николаевской области с целью изучения уровня удовлетворения культурных и социальных потребностей жителей региона в 2011 и 2012 годах проводились исследования использования русского языка в общеобразовательных учреждениях, а также – мониторинг этнического разнообразия среди учеников области.

В 2013 году региональными центрами качества образования проводилось диагностическое онлайн-тестирование по украинскому языку, математике, истории Украины учащихся 10-х классов общеобразовательных учреждений в Одесской, Кировоградской, Ровенской, Волынской, Тернопольской, Житомирской, Черниговской, Львовской, Ивано-Франковской, Винницкой областях и в городе Киеве [1].

В Харьковской области с 2007 по 2010 год был осуществлен программно-целевой проект «Мониторинг качества общего среднего образования», результатом которого стало создание эффективной региональной системы мониторинга качества образования на всех уровнях (областном, районном (городском), школьном), предусматривающей проведение исследований по таким направлениям: условия функционирования и развития сферы образования; образовательные процессы; результаты образовательных процессов.

В течение четырех лет было проведено 32 региональных исследования, которыми было охвачено 7 935 учителей, 164 368 учащихся 2 566 родителей (всего 174 869 участников). Следует отметить, что в Украине, в отличие от Российской Федерации, не используется в полной мере инструментарий международных мониторинговых исследований. Результаты участия страны в TIMSS достаточно не анализируются и не учитываются при проведении мониторинга качества образования на региональном уровне. Исключение составляет исследование, которое проводилось в марте 2011 года в Харьковской области по изучению уровня подготовки учителей и учащихся 8-х классов к участию в международном сравнительном исследовании TIMSS-2011. В качестве инструментария использовался инструментарий TIMSS-2007.

Выводы:

1. В Украине и Российской Федерации в целом создана нормативно-правовая база для проведения мониторинговых исследований качества образования.

2. Ведущими направлениями оценки качества образования, проводимой в Российской Федерации на федеральном и региональном уровне, являются участие в международных сравнительных исследованиях и проведении внешнего оценивания (ЕГЭ и государственной итоговой аттестации в новой форме).

3. В Украине национальные и региональные мониторинговые исследования более разноплановые. Однако национальные исследования не имеют системного характера, предусматривают изучение только некоторых аспек-

тов образования. При этом до сих пор не разработана национальная система показателей оценки качества образования.

4. Исследования, проводимые в большинстве регионов Украины и Российской Федерации, большей частью касаются оцениванию качества результативности учебно-воспитательного процесса: уровня учебных достижений учащихся по итогам тестирования, выполнения диагностических работ, внешнего оценивания.

5. Как в Украине, так и в Российской Федерации при оценке качества образования недостаточно уделяется внимание условиям функционирования и развития образовательной сферы, образовательным процессам, не изучаются факторы, влияющие на результативность образовательной деятельности.

Литература

1. Аналитический доклад о состоянии мониторинга качества образования в Украине / под. общ. ред. И. Л. Ликарчука. – К. : МБО «Центр тестовых технологий и мониторинга качества образования»; Х. : Факт, 2011. – 96 с.

2. Анисимов, А. Ю. Использование внешнего оценивания учебных достижений учащихся для мониторинга качества на региональном уровне. / А. Ю. Анисимов, М. П. Казимирский и др. // Вестник ТИМО. Тестирование и мониторинг в образовании. – 2013. – № 1–2. – С. 32–37.

3. Болотов, В. А. и др. Анализ опыта создания российской системы оценки качества образования. Часть 1. [Электронный ресурс] / В. А. Болотов, И. А. Вальдман, Г. С. Ковалёва и др. – Режим доступа : <http://iuoгао.ru/2010-01-01-91/129-2010-01-01-92>.

4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf>.

5. Концепция общероссийской системы оценки качества образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sch1040.uvaо.mskobr.ru/files/files/koncept> (1). Doc].

6. Лащенко Л.И. Использование результатов внешнего независимого оценивания для мониторинга качества образования на региональном уровне: опыт и перспективы / Л.И.Лащенко // Вестник ТИМО. Тестирование и мониторинг в образовании. – 2013. – № 1–2. – С. 38–39.

7. Национальная стратегия развития образования в Украине на 2012–2021 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oseu.edu.ua/ukr-rus/univer/csot/files/nsro_2012-2021.pdf.

8. Постановление Кабинета Министров Украины от 14 декабря 2011 г. № 1283 «Об утверждении Порядка проведения мониторинга качества образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1283-2011-p>.

9. Проект Концепции создания и функционирования Национальной системы мониторинга качества образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: iitzo.gov.ua/.../130320-ENQAS_Ukraine_за_структурую_Концепції_КМУ4 - 1.doc.

10. Указ Президента Украины от 17.04.2002 г. № 347/2002 «О Национальной доктрине развития образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/347/2002>.

11. Федеральная целевая программа развития образования на 2011-2015 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fip.kpmo.ru/fip/info/13430.html>.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 681.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ МАКЕТА ИСТОЧНИКА ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ И В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В. С. Перфильев, А. А. Иванов

Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, г. Москва, Российская Федерация

В данной статье описан метод построения виртуальной лицевой панели на примере макета источника вторичного электропитания. С помощью модели можно дистанционно управлять макетом в процессе проведения его исследований. Его практическая реализация осуществлена для источника вторичного электропитания.

Ключевые слова и фразы: учебный макет, электротехника, эксперимент, виртуальная модель.

Одним из ключевых этапов разработки радиотехнической аппаратуры является проведение испытаний, позволяющих проверить работоспособность создаваемого изделия и определить его характеристики. Измерения обычно осуществляются с помощью цифровых измерительных приборов, которые за последние несколько лет претерпели очень большие позитивные изменения. Они обладают гораздо более удобным интерфейсом, дополнены множеством вспомогательных функций, имеют большую точность по сравнению со своими предшественниками. Все они имеют интерфейсы передачи данных, по которым осуществляется обмен информацией между измерительным прибором и ПК, и возможность как локального, так и дистанционного управления.

Работа инженера при проведении испытаний радиотехнической аппаратуры сводится к большому количеству рутинных операций, таких, как построение графиков, занесение результатов измерений в таблицы, подготовка отчетности. Данная проблема решается путем объединения всего используемого оборудования, такого как ПК, осциллографы, мультиметры, анализаторы спектра и исследуемые лабораторные макеты с помощью корректно разработанных и реализованных каналов связи в системы сбора данных. Иначе говоря – путем комплексного использования имеющихся технологий [1, 2].

Один из вариантов таких создаваемых систем может быть основан на использовании реальных измерительных приборов вместе с созданием их виртуальных лицевых панелей. Виртуальная лицевая панель представляет собой создаваемый на экране компьютера набор органов управления и визуа-

лизации реального измерительного оборудования и в большинстве случаев имеет интерфейс, в той или иной степени похожий на лицевую панель реализуемого устройства. Виртуальные лицевые панели приборов уже широко вошли в практику проведения измерений, однако виртуальные лицевые панели исследуемых макетов создаваемой радиотехнической аппаратуры, по видимому, пока не использовались.

В данной статье описан метод построения виртуальной лицевой панели на примере макета источника вторичного электропитания, с помощью которой можно дистанционно управлять макетом в процессе проведения его исследований. Его практическая реализация осуществлена для источника вторичного электропитания (ИВЭ), описанного в [3].

Вид виртуальной лицевой панели макета источника вторичного электропитания, разработанного на кафедре ТРР МГТУ МИРЭА, очень близок к реальной передней панели, показанной на рис. 1.

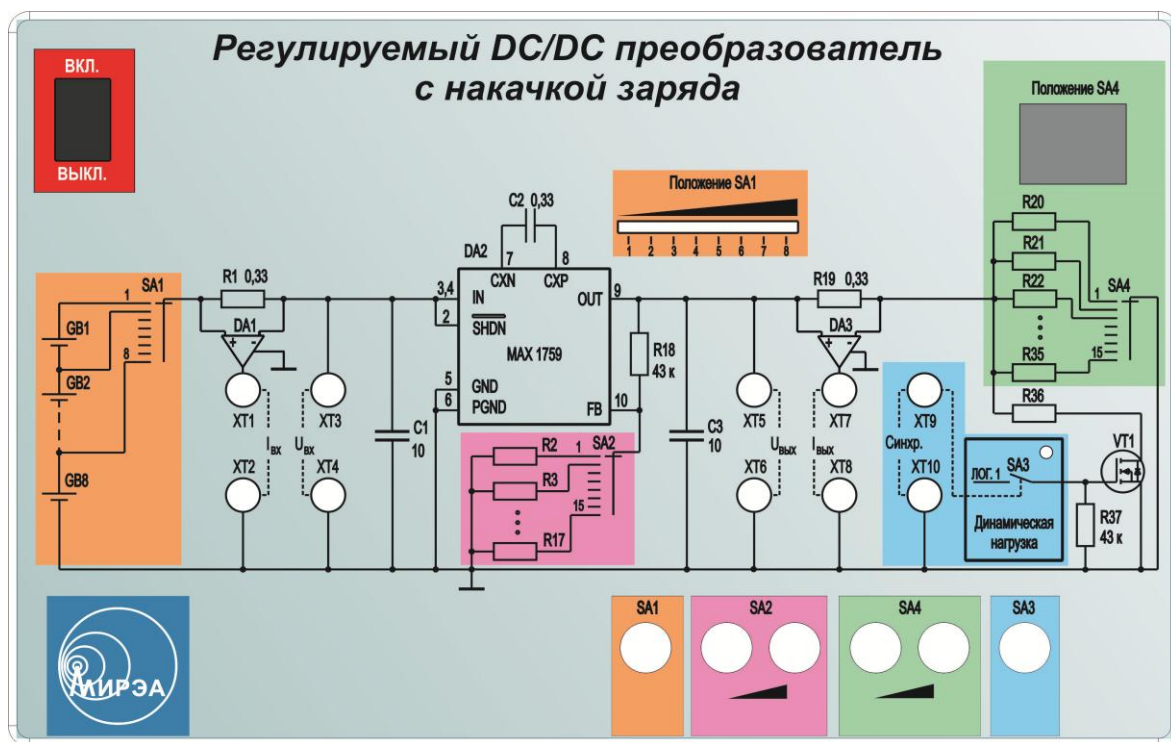


Рис 1. Передняя панель макета

На передней панели имеется выключатель питания макета от сети 220 В, шесть кнопок управления переключателями, гнезда XT1 и XT2 для измерения входного тока $I_{вх}$, XT3 и XT4 для измерения входного напряжения $U_{вх}$, XT5 и XT6 для измерения выходного напряжения $U_{вых}$, XT7 и XT8 для измерения выходного тока $I_{вых}$, XT9 и XT10 для вывода импульсов динамического управления нагрузкой и несколько индикаторов.

Было необходимо разработать программное обеспечение, позволяющее получить на экране монитора изображение передней панели реального маке-

та, а так же обеспечить управление макетом при помощи кликов мыши на кнопках ее графического представления.

Рассматриваемый макет ИВЭ имеет на борту модуль USB-USART на базе микросхемы FT232RL, позволяющий обращаться к контроллеру макета по стандартному протоколу RS-232. В контроллер также заложены алгоритмы взаимодействия компьютера и макета. Взаимодействие лабораторного макета с ПК осуществляется с помощью последовательного интерфейса USB 2.0. Лабораторный макет использует аппаратный мост USB-UART на базе микросхемы FT232RL. На стороне ПК устанавливается драйвер, создающий виртуальный COM-порт. Обмен данными со стороны лабораторного макета осуществляется передачей посылки-сообщения:

флаг	код кнопки	новый код РСП
------	------------	---------------

Каждый переключатель макета имеет регистр состояния переключателя (РСП) – ячейка памяти объемом 1 байт, сохраняющая текущее положение переключателя.

Каждая кнопка макета имеет свой порядковый номер (адрес) и при нажатии на нее изменяется текущее состояние соответствующего РСП.

Каждое изменение РСП сопровождается формированием сообщения с новым кодом РСП, который посылается на ПК.

При нажатии на виртуальную кнопку ПК отправляет посылку-запрос с адресом кнопки:

флаг	код кнопки
------	------------

Таким образом, задача построения виртуальной лицевой панели сводится к созданию графического представления передней панели макета и написанию обработчиков событий, отвечающих за тот или иной орган управления. Неотъемлемой частью программного обеспечения является периодическая проверка входящих сообщений с целью установления идентичных состояний у виртуального и реального макетов.

Графическое представление макета проектируется программными средствами компании Adobe, такими как Photoshop и Illustrator. Каждый орган управления на этом этапе представляет собой отдельный графический файл или (в случае индикации) набор графических файлов. Пример такого набора можно увидеть на рис. 2.

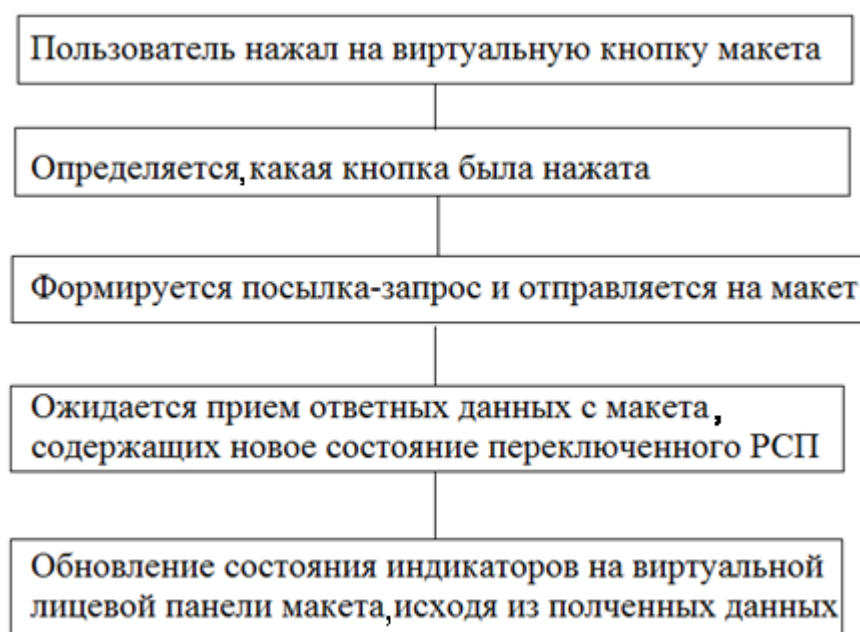


Рис. 2. Пример набора графических файлов

Разработка программных кодов проводилась в среде программирования Embarcadero RAD Studio Visual C++ Builder.

Каждое изображение органа управления и индикации помещается в компонент TImage и устанавливается в соответствующую область экрана.

Каждому TImage в событии OnClick прописываются следующий алгоритм:



Так как платформа Windows позволяет работать с COM-портом как с обычным файлом, для обмена данными используются стандартные команды, предоставляемые WinApi и имеющие следующую структуру:

Для записи:

```

BOOL WriteFile(
    HANDLE hFile,                // дескриптор файла
    LPCVOID lpBuffer,            // буфер данных
    DWORD nNumberOfBytesToWrite, // число байтов для записи
    LPDWORD lpNumberOfBytesWritten, // число записанных байтов
    LPOVERLAPPED lpOverlapped    // асинхронный буфер
);
  
```

Для чтения:

```

BOOL ReadFile(
    HANDLE hFile,                // дескриптор файла
    LPVOID lpBuffer,            // буфер данных
    DWORD nNumberOfBytesToRead, // число байтов для чтения
    LPDWORD lpNumberOfBytesRead, // число прочитанных байтов
    LPOVERLAPPED lpOverlapped    // асинхронный буфер
);
  
```

Применение предложенного метода позволяет при минимальных затратах времени создавать виртуальные лицевые панели любой сложности и конфигурации. Конечный продукт такого метода не требует дополнительного обучения при использовании, что благотворно сказывается на переходе от реального макета к виртуальному, который в свою очередь предоставляет

пользователю более широкий спектр инструментов для проведения и протоколирования измерений.

Этот подход может быть успешно использован для создания различных автоматизированных учебных макетов в вузах.

Литература

1. Битюков, В. К. Цифровые системы сбора и обработки данных при экспериментальном исследовании источников вторичного электропитания. Часть 1 / В. К. Битюков, В. А. Петров – М. : МИРЭА, 2008. – 208 с.

2. Битюков, В. К. Цифровые системы сбора и обработки данных при экспериментальном исследовании источников вторичного электропитания. Часть 2 / В. К. Битюков, В. А. Петров – М. : МИРЭА, 2009. – 154 с.

3. Битюков, В. К. Исследование характеристик стабилизированных источников электропитания, построенных на базе регулируемых DC-DC преобразователей с накачкой заряда / В. К. Битюков, А. В. Богатов, Н. Г. Михневич и др. // Научно-технические Технологии. – 2012. – Т. 13. – № 5. – С. 5–15.

УДК 37.01:007

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО АСТРОНОМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. П. Крячко

*Институт педагогики Национальной академии педагогических наук
Украины, Киев, Украина*

В статье указан один из возможных путей решения важной проблемы методики астрономии – выполнения практических работ в процессе изучения астрономии в средней школе. Показаны возможности применения для этой цели информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Приведены примеры двух практических работ.

Ключевые слова и фразы: информационно-коммуникационные технологии, методика астрономии, практические работы и наблюдения.

Астрономии свойственно то, что в процессе научного исследования невозможно провести эксперимент так, как это могут делать физики или химики в классическом его понимании, то есть в лаборатории. Правда, это не означает, что эксперимент в астрономии принципиально невозможен. Вспомним, космические аппараты выполняют исследования, например, на поверхности Марса: анализируют состав атмосферы, берут пробы грунта и определяют его химический состав. Как классифицировать такие исследования? Очевидно, как экспериментальные. А как понимать регистрацию нейтрино, которую осуществляют нейтринные обсерватории? Очевидно,

также как эксперимент. Поэтому, когда говорим об эксперименте, все зависит от того, что считаем лабораторией и какие методы исследования можем использовать. Очень часто в астрономии есть только один метод – наблюдение. Такая же ситуация характерна и для процесса обучения астрономии. Мы не можем выполнить в классе опыты (эксперименты) с веществом Солнца или какой-то звезды, например, нашей галактики. Мы можем лишь наблюдать (в реальном учебном процессе и эта задача достаточно сложна [1]) отдельные небесные объекты или демонстрировать модели, например, теллурий.

Сформировать предметные компетенции без выполнения практических работ, то есть применения и получения знания в процессе учебной деятельности, очень сложно, если вообще возможно. Несмотря на проблемную ситуацию, учебные практические работы по астрономии можно разрабатывать, а следовательно, и выполнять, если обратиться к возможностям современных ИКТ.

Глобальная информационная среда, возникшая благодаря широкому распространению компьютерной техники и технологий, предоставляет новые возможности не только для обработки и передачи информации в сфере общественного производства, но и для ее использования в сфере образования. Поэтому элементы мультимедиа, интерактива, моделинга несомненно будут все больше и больше проникать в учебный процесс [2].

Проектирование и конструирование урока астрономии с применением ИКТ предполагает целенаправленное сочетание педагогических ситуаций, созданных с учетом содержания обучения, технического оснащения помещения класса и доступного программного обеспечения. Все это требует от учителя и учащихся организации информационной среды обучения.

На каждом уроке такую среду учитель использует с учетом как общих, так и индивидуальных особенностей учащихся, учитывая условия учебного заведения, в котором будет происходить процесс обучения. Одна из важных составляющих такого урока – практическая работа учащихся. Широкие возможности для ее организации и выполнения в процессе обучения астрономии предоставляют астрономические базы данных, а также сайты, на которых размещена информация астрономического содержания.

Действующие ныне в общеобразовательных учебных заведениях Украины учебные программы курса астрономии предусматривают выполнение вполне определенного количества практических работ. Но это не означает, что учитель должен ограничивать себя в их применении. Исходя из целей и задач отдельно взятого урока, он, например, может воспользоваться таким методическим приемом, как выполнение локальных практических работ. Если раньше подготовить и выполнить такие работы было трудно, поскольку не хватало дидактического материала, не было наглядности, технических средств, то сегодня в арсенале учителя есть Интернет, как источник дидактического материала и наглядности, а также мультимедийные средства обучения (проекторы, интерактивные доски) и мониторы компьютеров.

Как пример локальной практической работы, рассмотрим использование информации из баз данных цифровых астрономических каталогов. Эту работу можно выполнять на одном из уроков темы «Основы практической астрономии». Практическая работа позволяет продемонстрировать поиск объекта в астрономическом каталоге.

Для выполнения работы воспользуемся цифровым каталогом NGC/IC [режим доступа: <http://www.ngcicproject.org>]. Откроем стартовую страницу (на рис. 1 показана слева) и выберем ссылку *NGC/IC Images and Data* (указана стрелкой 1), кликаем по ней – открывается окно, показанное на рис. 1 справа. В этом окне выбираем ссылку, обозначенную стрелкой 2. Далее переходим к окну, показанному на рис. 2 справа, и находим изображение (стрелка 1), обозначенное NGC 224. Нажимаем на кнопку с пометкой NGC 224 – открывается окно, частично показанное на рис. 2 слева (стрелка 2).

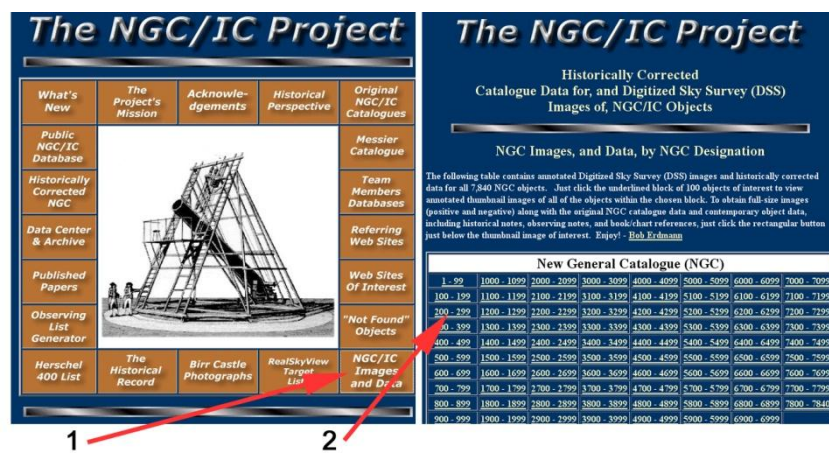


Рис. 1. Стартовая страница цифрового каталога NGC/IC и перечень объектов, информацию о которых он содержит

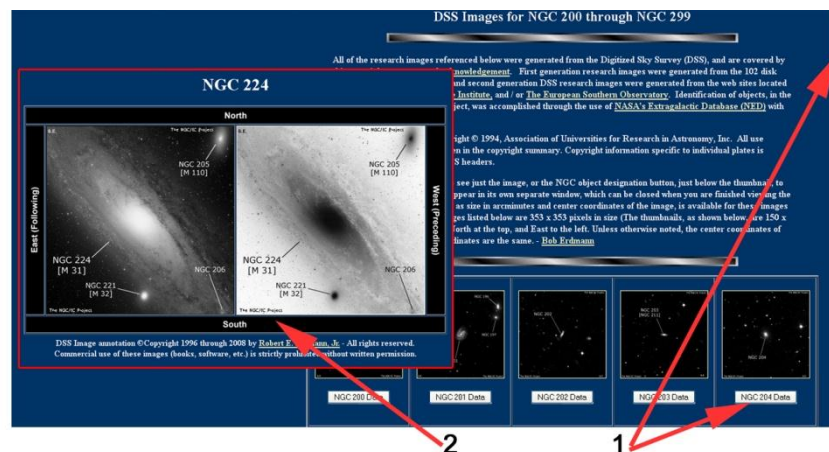


Рис. 2. Окно изображений объектов каталога NGC/IC и окно (вклейка) с информацией об объекте NGC 224

Выполнив эти простые операции, мы нашли в каталоге NGC/IC объект под номером 224 – известную многим галактику в созвездии Андромеды, ее изображение и ряд параметров.

Далее рассмотрим пример более сложной практической работы с использованием цифровых источников астрономической информации. Речь идет об определении чисел Вольфа по снимкам Солнца. Напомним, что числами Вольфа оценивают активность Солнца. Число Вольфа определяют по формуле $W = 10g + f(1)$, где f – число всех пятен, g – число групп пятен (при этом как группу также считают каждое отдельное пятно или пору).

Для выполнения этой работы нам нужны снимки Солнца, сделанные в определенном промежутке времени. Такие изображения есть на сайте космической солнечной и гелиосферной обсерватории «SOHO». Режим доступа: http://sohodata.nascom.nasa.gov/cgi-bin/data_query. Стартовое окно страницы *data/archive* показано на рис. 3.



Рис. 3. Стартовое окно страницы *data/archive* сайта «SOHO»

На этой странице необходимо выполнить определенные настройки. В окне *Image Type* установите раздел *MDI Continuum* (стрелка 1), опцию *Display* – в положение *Images* (стрелка 2), в опции *Resolution* (стрелка 3) установите значение 1024, а в окне *Start and End Dates* (стрелка 4) укажите год, месяц и дату начала и конца поиска изображений Солнца (мы установили период с 01 по 30 января 2011). После этого нажимаем на кнопку *Search*, – на мониторе компьютера появляются изображения Солнца, сделанные обсерваторией «SOHO» ежедневно в указанный вами период. Остается только сохранить эти изображения в компьютере для последующей работы по определению числа Вольфа.

Практика показывает, что для такой работы лучше заранее подобрать изображение Солнца, хотя этот первый её этап целесообразно выполнить вместе с учениками в классе, а отбор снимков поручить выполнить самостоятельно, например, дома. За счет этого появляется возможность разным ученикам взять изображения разных периодов календарного года, а значит, определить число Вольфа на относительно большом промежутке времени (это хорошо, потому что при этом можно будет увидеть изменения солнечной активности). Другой вариант – предложить нескольким ученикам взять изображения за какой-то один период времени, что позволит сравнить результаты определения числа Вольфа.

Информационно-коммуникационные технологии и всемирная сеть Интернет открывает широкий доступ к астрономической информации всем, кто в ней заинтересован. Это позволяет учителю планировать, разрабатывать и использовать практические работы для обучения астрономии, исходя из целей и задач вполне определенного учебного процесса. Вместе с тем можно согласиться с мнением [3], что объем астрономической информации, уже сейчас очень большой, будет расти и дальше, а поэтому нужны специальные навыки как в поиске необходимого материала, так и в его применении для нужд астрономического образования.

Литература

1. Крячко, І. П. Моделювання навчальних астрономічних спостережень / І. П. Крячко // Фізика. – К. : Вид. дім «Шкільний світ», 2011. – № 23. – С. 1–8.
2. Оспенникова, Е. В. Е-Дидактика мультимедиа: проблемы и направления исследования / Е. В. Оспенникова // Информационные компьютерные технологии в образовании. Вестник ПГПУ. – 2005, вып. 1. – С. 16–30.
3. Богданов, М. Б. Использование ресурсов сети Интернет при изучении астрономии [Электронный ресурс] / М. Б. Богданов / Режим доступа: <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Bogdanov/index.html>.

УДК 616.71

ОБУЧАЮЩИЕ ВИДЕОФИЛЬМЫ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

С. А. Панфилов, Н. Р. Некрасова

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Авторами предлагается один из способов решения этой проблемы в процессе обучения студентов инженерных направлений на примере преподавания общепрофессиональной дисциплины «Теоретические основы электротехники».

Ключевые слова и фразы: видеофильм, видеоурок, обучение, электротехника.

Современные государственные образовательные стандарты в вузе предусматривают существенное уменьшение числа аудиторных часов на изучение и освоение учебной дисциплины. Очевидно, что детально изложить весь объем учебного материала в отведенное расписанием время невозможно.

В дисциплине «Теоретические основы электротехники» есть такие темы, вопросы и понятия, которые являются базовыми при изучении электротехники. Они требуют много времени при изложении их на лекции и хоро-

ших знаний физики и математики у обучаемых. Примерами могут служить закон электромагнитной индукции и связанные с ним различные явления в электрических цепях, методы анализа электрических цепей переменного тока с применением комплексных чисел, метод эквивалентного генератора, основы теории четырехполюсников и др.

Если предложить студентам изложение наиболее объемных вопросов в форме видеолекции на экране компьютера дома вместо изложения в аудитории на лекции, то можно уменьшить объем материала, излагаемого в аудитории.

Например, изложение закона электромагнитной индукции осуществилось в виде трех видеуроков формата mp4 с длительностью каждого 15–20 минут и весом 70 Мб, изложение метода эквивалентного генератора представляет собой один видеурок длительностью 10 минут и весом 39 Мб.

Ниже на рис. 1–3 приведены некоторые кадры из видеурока, посвященного методу эквивалентного генератора.



Рис. 1. Титульный лист видеурока

Опираясь на знания, полученные из видеуроков, на лекциях можно говорить об особенностях расчета различных электрических цепей. Как видно из вышеприведенных кадров, изложение материала сопровождается текстом и рисунками. При этом голос преподавателя звучит синхронно с показом кадров, что достаточно доступно имитирует лекцию в аудитории. В тексте и рисунках применяется анимация, что облегчает усвоение материала.

Основными требованиями к таким обучающим видеофильмам являются глубина и доступность излагаемого материала, четкость отображения рисунков и текста на видеокдрах, хорошая дикция преподавателя, применение анимации, с помощью которой подчеркиваются отдельные моменты изложения, рисунки, формулы.

Активный двухполюсник

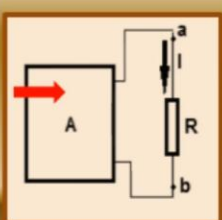


Рис. 1

В электрической схеме можно выделить одну ветвь, а всю остальную часть условно изобразить прямоугольником. На рисунке 1 выделена ветвь с сопротивлением R . Остальная часть схемы, изображенная прямоугольником, называется двухполюсником. Если двухполюсник содержит источники энергии, то он называется активным и обозначается буквой A . Если не содержит, то – буквой Π или не ставят никакой буквы.

Таким образом, двухполюсником обобщенно называют схему, которая присоединена двумя выходными зажимами (полюсами) к выделенной ветви.

Метод эквивалентного генератора основан на теореме об эквивалентном генераторе, согласно которой любой активный двухполюсник можно заменить эквивалентным генератором, ЭДС которого равна напряжению холостого хода на полюсах двухполюсника, а внутреннее сопротивление равно входному сопротивлению двухполюсника, в котором ЭДС всех источников приравнены к нулю, а ветви с источниками тока разомкнуты.

Рис. 2. Введение

Эквивалентный генератор

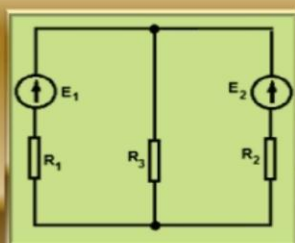


Рис. 2

Метод эквивалентного генератора основан на теореме об эквивалентном генераторе, согласно которой любой активный двухполюсник можно заменить эквивалентным генератором, ЭДС которого равна напряжению холостого хода на полюсах двухполюсника, а внутреннее сопротивление равно входному сопротивлению двухполюсника, в котором ЭДС всех источников приравнены к нулю, а ветви с источниками тока разомкнуты.

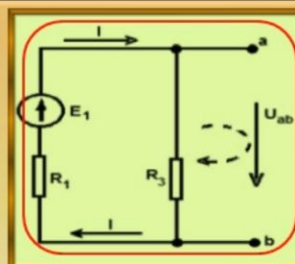


Рис. 3

Рассмотрим пример расчета цепи, изображенной на рис. 2, методом эквивалентного генератора. Пусть нужно найти ток во второй ветви с сопротивлением R_2 . Исходные данные: $E_1 = 20 \text{ В}$, $E_2 = 10 \text{ В}$, $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $R_3 = 2 \text{ Ом}$. Отключим эту ветвь, и изобразим оставшуюся часть схемы на рис. 3. Получим схему активного двухполюсника с полюсами a и b , к которым ранее была присоединена вторая ветвь.

Рис. 3. Пример расчета цепи методом эквивалентного генератора

Отдельный видеоурок не должен быть слишком длительным и занимать на диске много места. Он может быть опубликован в Интернете, размещен на диске или на съемном носителе информации.

Воспроизведение видеоурока осуществляется видеопроигрывателем, для которого требуются программы K-Lite Codek. Авторы имеют опыт применения современных информационных технологий в процессе обучения студентов вуза электротехнике [1–5]. В настоящее время разработаны и применяются в образовательном процессе 10 учебных видеофильмов по различным разделам электротехники. Создание профессиональных мультимедийных обучающих видеоматериалов требует знаний компьютерных технологий, связанных с текстовыми и графическими редакторами, с программой для создания презентаций Power Point, с видеоредактором Camtasia Studio и др.

Литература

1. Панфилов, С. А. Об информационных технологиях в образовании / С. А. Панфилов, Н. Р. Некрасова, О. А. Захаржевский и др. // Стратегия качества в промышленности и образовании : Материалы IV Междунар. конф. – Варна, Болгария, Технический университет, 30 мая–6 июня 2008. – С. 683–686.
2. Панфилов, С. А. Элементы инноваций в обучении электротехнике // С. А. Панфилов, Н. Р. Некрасова, О. А. Захаржевский и др. // Инновации в системе непрерывного профессионального образования : материалы X Международной научно-методической конференции преподавателей вузов, ученых и специалистов. – Н. Новгород, Волжский государственный инженерно-педагогический университет, 9 апреля 2009. – С. 161–164.
3. Панфилов, С. А. Опыт и проблемы применения дистанционного обучения электротехническим дисциплинам / С. А. Панфилов, Н. Р. Некрасова, О. А. Захаржевский, О. Ю. Коваленко // Электронная культура. Информационные технологии будущего и современное электронное обучение : Материалы международной научной конференции / Астрахань, Астраханский госуниверситет, 6–8 октября 2009. – С. 165–168.
4. Некрасова, Н. Р. Использование видеоуроков в обучении электротехнике / Н. Р. Некрасова // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики : Сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.-техн. конф., Саранск, 25–26 ноября 2010. / Мордовский государственный университет, Саранск, 2010. – С. 227–229.
5. Некрасова, Н. Р. Электротехника. Электрические машины: электронное учебное пособие (видеокурс) / С. А. Панфилов, Н. Р. Некрасова, О. А. Захаржевский и др. // Мордов. гос. ун-т, Саранск, 2010. – 2,2 ГБ. – Регистрационное свидетельство №14909 от 16 января 2009 г., номер государственной регистрации 0321002066.

УДК 377.031

ПРОБЛЕМНЫЙ ОПЫТ И ПРОБЛЕМНОЕ ВВЕДЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО ДЕМОСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

А. В. Умаров, М. Курбанов, Д. А. Бегматова, Ш. М. Садыкова

Национальный Университет Узбекистана, Ташкент

Предлагается ряд методов, позволяющих повысить эффективность их использования в деле достижения глубокого и устойчивого усвоения учебной информации в процессе лекционного преподавания.

Ключевые слова и фразы: проблемное обучение, демонстрационный эксперимент, лекция, наглядные методы.

Принцип наглядности в преподавании физики заключается не только в создании учебных демонстрационных вариантов физического эксперимента, она в высокой степени связана также с вопросами разработки эффективных методов введения эксперимента в лекционное обучение с учетом характера экспериментальной деятельности студентов и закономерностей формирования и закрепления у них физических понятий, умений и навыков.

В задаче совершенствования лекционного преподавания физики особое место отводится проблемному методу преподавания. В реализации этих целей могут быть использована универсальная педагогика – психологические свойства лекционного демонстрационного эксперимента, который позволяет реализовать принцип связи теории с опытом, повышает доказательность теории, воздействуя на эмоцию студентов, повышает активность их мышления, интерес к дисциплине, расширяет объем, увеличивает плотность передачи информации, в ряде случаев вносит в лекционное преподавание качественно новую научную информацию. Высокая эффективность демонстрационного эксперимента заключена в том, что пропускная способность зрительных анализаторов более чем в сто раз превышает пропускную способность слуховых анализаторов, свыше 90 % информации об окружающем мире человек приобретает посредством зрения. Объем знаний, усваиваемых с помощью зрительного органа, в три раза превышает объем знаний, усваиваемых только с помощью слухового органа.

Основываясь на указанных качествах физического демонстрационного эксперимента, можно предложить ряд методов, позволяющих повысить эффективность их использования в деле достижения глубокого и устойчивого усвоения учебной информации в процессе лекционного преподавания.

Диапазон и характер решаемых дидактических задач зависит от экспериментально-теоретической информативности учебного эксперимента [1]. По характеру научной информативности демонстрационный эксперимент может быть разделен на два вида:

1. Проблемный демонстрационный эксперимент, результаты которого: а) в данный момент не могут быть объяснены на базе известных законов и теорий физики; б) не могут быть поняты студентами из-за недостаточности имеющихся у них знаний в данный момент; непонятны из-за необходимости привлечения знаний из многих разделов курса; опыт содержит неожиданную ситуацию, вступает в кажущиеся противоречия с известными положениями.

2. Демонстрационный эксперимент, результаты которого могут быть объяснены на базе материала данной лекции с привлечением знаний из пройденных разделов курса. В этих случаях проблемы физики как науки отсутствуют, но лектор в целях создания интеллектуального напряжения в умственной деятельности студентов может создать ряд проблемных ситуаций, которые имеют *методический* характер.

Опишем несколько физических демонстрационных опытов, относящихся к первому и второму виду проблемности.

Опыт по демонстрации высокотемпературной сверхпроводимости. Открытие данного явления в 1987 году впервые сделало возможным демонстрацию явления сверхпроводимости в учебных аудиториях. Охлажденный до температуры кипящего при атмосферном давлении жидкого азота ($77,32^{\circ}\text{K}$) кусок керамики на глазах у студенческой аудитории повисает в воздухе над полюсом постоянного магнита. Неожиданность явления заключена в том, что магнитно нейтральное и электрически непроводящее (изолятор) в обычных условиях тело приобрел бесконечно высокую электропроводность. Студентам ясно, что подъемная сила, действующая на кусок керамики, обусловлена магнитным взаимодействием индукционного тока в сверхпроводнике с полем постоянного магнита. Тело удерживается в воздухе до тех пор, пока его температуре в результате разогрева в воздухе не поднимается выше температуры жидкого азота. Поиски путей объяснения появления проводимости на базе знаний студентов по курсу общей физики (классической теории проводимости) абсолютно безуспешны, так как они не вооружены квантовой теорией проводимости. В данном случае эксперимент демонстрирует перед студентами реально существующую проблему науки, которую следует разрешить. Неожиданная ситуация, заключающаяся в существенном противоречии наблюдаемого явления с известными для студентов закономерностями, служит эффективным концентратом интеллектуального потенциала аудитории перед рассмотрением теории данного явления.

Опыты по изменению поверхностного натяжения ртутных капель. Демонстрационные опыты по изменению сил поверхностного натяжения ртутных капель в проекции на большой экран весьма красивы и эффектны. Один из вариантов этих опытов осуществляют следующим образом:

1) «Живые» капли ртути. В горизонтальную кювету из зеркального стекла сначала наливают раствор азотной кислоты и на дно кюветы пускают несколько капель ртути. После этого на дно кюветы кладут в разных местах несколько кристаллов двухромового калия. Эти кристаллы, растворяясь постепенно, окрашивают окружающую их непосредственно жидкость в оранжевый цвет. Когда эта оранжевая окраска доходит до какой-нибудь капли ртути, то капля приходит в быстрое движение. Механизм появления отличного от нуля импульса у центра масс капли ртути студентам в начале не ясен. Наблюдаемое движение находится в явном противоречии с известным им законом сохранения импульса. Поиск объяснения явления направит студентов на анализ динамики молекулярных взаимодействий на поверхности капель ртути, энергетических превращений и т. д.

2) «Ртутное сердце» Другой вариант демонстрации изменения сил поверхностного натяжения жидкости осуществляется с помощью электрических сил. В горизонтальную стеклянную кювету с раствором серной кислоты помещают каплю ртути размером 15–20 мм. В результате появления контактной разности потенциалов ртуть заряжается, вследствие чего его поверх-

ностное натяжение уменьшается, и капля слегка сплющивается под действие силы тяжести. При касании края капли железной проволокой ртуть, железо и раствор серной кислоты образуют гальваническую цепь, в которой течет ток, разряжающий каплю, что приводит к увеличению силы поверхностного натяжения капли, капля несколько стягивается к центру, отрывается от проволоки и заряжается вновь. Далее процесс повторяется, что дает зримую пульсацию капли, сопровождающуюся образованием стоячих волн на поверхности раствора. Эти известные опыты содержат весьма высокий эмоциональный заряд и очень эффективны в деле создания проблемных ситуаций на лекциях. Взаимные превращения различных энергий и внешнее проявление их в виде автоколебаний капли ртути дают лектору богатые возможности для синтеза академической информации.

Универсальные особенности эксперимента, в зависимости от целей его показа позволяют реализовать разнообразные задачи. Эксперимент вводит слушателей в круг изучаемого предмета, вносит новое содержание; в силу своих высоких психолого-педагогических свойств усиливает запоминаемость вводимой академической информации; позволяет вызвать устойчивую и полезную ассоциацию с созданным теоретическим образом явления, актуализировать переданную ранее информацию; может быть использован для контроля степени усвоения, систематизации изложенного материала; в определенных условиях может быть использован для самоконтроля.

Литература

1. Назиров, Э. Н. Оценивается информативность лабораторного задания / Э. Н. Назиров, З.А. Худайбергенова // Вестник высшей школы. – 1982. – № 3. – С. 45–48.

УДК 53.082

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПЫТОВ РЕЗЕРФОРДА ПО РАССЕЙЯНИЮ α -ЧАСТИЦ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Х. Х. Абушкин, А. Р. Азисов, М. А. Нуждин

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Описан разработанный и сконструированный механический прибор, имитирующий опыт Резерфорда по рассеиванию α -частиц. Приведен порядок постановки демонстрации и опытов с моделью.

Ключевые слова и фразы: модель, рассеяние частиц, опыт Резерфорда.

Опыты Резерфорда, проведенные в 1906 г. по рассеянию быстрых заряженных частиц при прохождении через тонкие слои вещества, позволили исследовать внутреннюю структуру атомов. В этих опытах для зондирования атомов использовались частицы – полностью ионизированные атомы гелия, возникающие при радиоактивном распаде радия и других элементов. Этими частицами Резерфорд бомбардировал атомы тяжелых металлов (рис. 1).

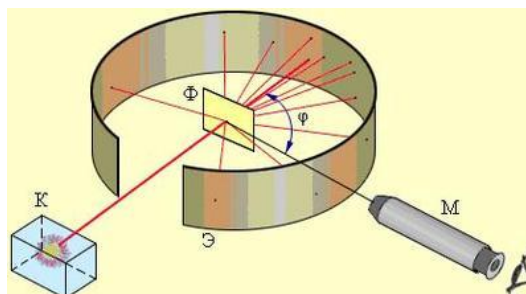


Рис. 1. Схема опыта Резерфорда по рассеянию α -частиц.

К – свинцовый контейнер с радиоактивным веществом, Э – экран, покрытый сернистым цинком, Ф – золотая фольга, М – микроскоп

От радиоактивного источника, заключенного в свинцовый контейнер, α -частицы направлялись на тонкую металлическую фольгу. Рассеянные частицы попадали на экран, покрытый слоем кристаллов сульфида цинка, способных светиться под ударами быстрых заряженных частиц. Сцинтилляции (вспышки) на экране наблюдались глазом с помощью микроскопа. Наблюдения рассеянных α -частиц в опыте Резерфорда можно было проводить под различными углами φ к первоначальному направлению пучка.

Было обнаружено, что большинство α -частиц проходит через тонкий слой металла, практически не испытывая отклонения. Однако небольшая часть частиц отклоняется на значительные углы, превышающие 90° . Очень редкие α -частицы (приблизительно 1 на 10000) испытывали отклонение на углы, близкие к 180° .

Эти результаты находились в резком противоречии с моделью атома Томсона (капельная модель), согласно которой положительный заряд распределен по всему объему атома. При таком распределении положительный заряд не может создать сильное электрическое поле, способное отбросить α -частицы назад.

Электрическое поле однородного заряженного шара максимально на его поверхности и убывает до нуля по мере приближения к центру шара. Если бы радиус шара, в котором сосредоточен весь положительный заряд атома, уменьшился в n раз, то максимальная сила отталкивания, действующая на α -частицу по закону Кулона, возросла бы пропорционально квадрату n . Следовательно, при достаточно большом значении n , α -частицы могли бы испытать рассеяние на большие углы вплоть до 180° . Эти соображения привели Резерфорда к выводу, что атом почти пустой, и весь его положительный заряд сосредоточен в малом объеме. Эту часть атома Резерфорд назвал «атом-

ным ядром». Так возникла ядерная модель атома. На рис. 2 приведена иллюстрация рассеяния α -частицы в модели атома Томсона (а) и в модели атома Резерфорда (б).

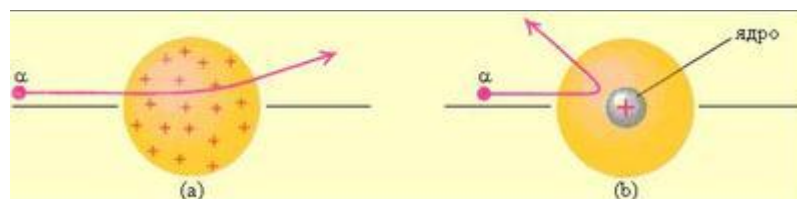


Рис. 2. Рассеяние α -частицы в атоме Томсона (а) и в атоме Резерфорда (б)

Предложенную модель можно описать следующим образом: в центре атома находится плотное положительно заряженное ядро, диаметр которого не превышает 10^{-14} – 10^{-15} м. Это ядро занимает только 1/10–1/12 часть полного объема атома, но содержит весь положительный заряд и не менее 99,95 % его массы. Веществу, составляющему ядро атома, следовало приписать колоссальную плотность $\rho \approx 10^{15}$ г/см³.

Заряд ядра должен быть равен суммарному заряду всех электронов, входящих в состав атома. Впоследствии удалось установить, что если заряд электрона принять за единицу, то заряд ядра в точности равен номеру данного элемента в таблице Д. И. Менделеева. Атом в целом нейтрален. Вокруг ядра, подобно планетам, под действием кулоновских сил, действующих со стороны ядра, вращаются электроны (рис. 3).

Резерфордовская (ядерная) модель атома, вытеснив томсоновскую модель, явилась важным этапом на пути создания квантовой механики. Детальные эксперименты, выполненные Гейгером и Марсденом в 1913 году, не оставили и тени сомнения в том, что картина атома с малым массивным ядром в центре электронной структуры значительно больших размеров верна не только качественно, но и количественно. Некоторые детали, перенесенные из томсоновской модели, такие, как существование в ядре электронов, позднее также были отброшены.

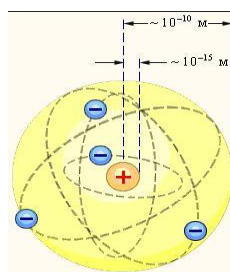


Рис. 3. Модель атома по Резерфорду

Для изучения данного явления нами был разработан и сконструирован механический прибор, имитирующий опыт Резерфорда по рассеиванию α -частиц.

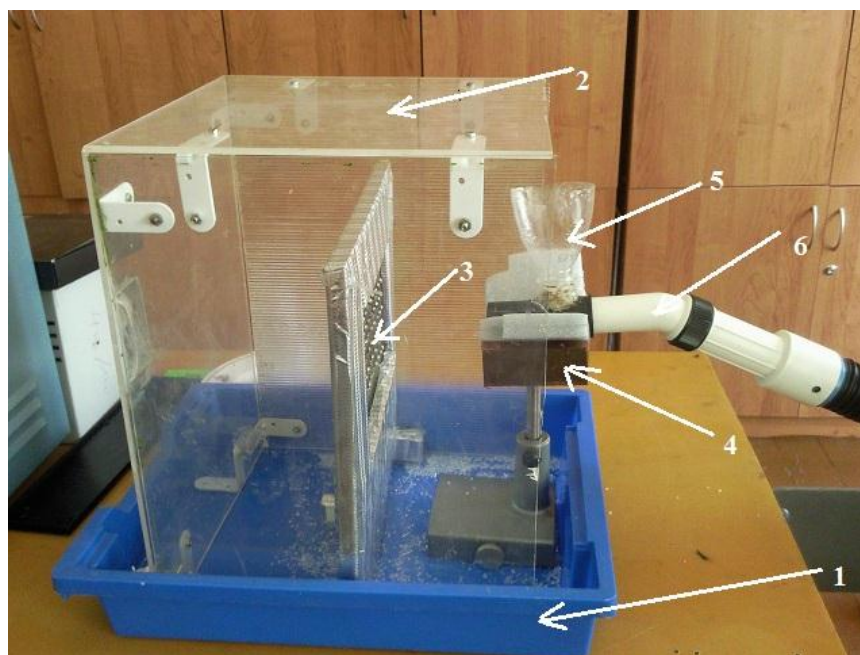


Рис. 4. Прибор для имитации опыта Резерфорда. 1 – подложка; 2 – защитный кожух; 3 – решётка; 4 – стартовая площадка; 5 – трубка с воронкой; 6 – пылесос с обратной подачей

Прибор состоит из пластиковой подложки 1, в которой находится кожух 2, изготовленный из прозрачного органического стекла. В кожух помещается металлическая решётка 3, в узлах которой находятся металлические шурупы, имитирующие ядра атомов. Стартовая площадка для силиконовых шариков состоит из штатива и закрепленной на нем металлической подложки 4, с которой подаются «альфа-частицы». Для удобства подачи на подложке укреплен трубка с воронкой 5.

Направленное движение шариков создается потоком воздуха, получаемым от пылесоса с обратной подачей.

Порядок постановки демонстрации. В трубку засыпаем силиконовые шарики. Затем пылесос соединяем с трубкой и подаем направленный поток воздуха, тем самым сообщаем шарикам импульс, направленный перпендикулярно «кристаллической решетке». Частицы, получив импульс за счет потока воздуха, до решетки летят направленным пучком. Большая часть шариков проходит через решетку, образуя за решеткой поток с небольшим углом отклонения от оси потока. Однако некоторое количество частиц отклоняется от оси потока на значительные углы, превышающие 90° . Очень редкие « α -частицы», испытывают отклонение на углы, близкие к 180° .

Количество отразившихся и прошедших сквозь решетку частиц можно наблюдать на дне подложки, разделенной на сегменты, в которой находится кожух.

Данный прибор позволяет наглядно наблюдать и демонстрировать опыт Резерфорда в школе на лабораторном занятии.

Основными преимуществами прибора является его легкое содержание в кабинете физики, а в разобранном виде его легко транспортировать, прибор прост в обращении и его изготовление при наличии сопутствующих материалов не вызывает трудностей.

Литература

1. Зисман, Г. А. Курс общей физики. Том 3. Оптика, физика атомов и молекул, физика атомного ядра и элементарных частиц / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. – М. : Наука, 1994. – 500 с.

УДК 001.891.57:53

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДАХ

Т. В. Кормилицына, Д. Ю. Куликов

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Рассматриваются вопросы организации и проведения моделирования физических процессов различной природы в специализированных программах.

Ключевые слова и фразы: эксперимент, компьютер, моделирование.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или другими словами – разработке симулятора (англ. *simulation modeling*) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов [1].

Целью изучения студентов-бакалавров (направление «Педагогические образование» совмещенный профиль) дисциплины «Имитационное моделирование в системах компьютерной математики» является ознакомление студентов с новейшими достижениями в теории и практике имитационного моделирования; с методами построения компьютерных моделей различных систем, планирования машинных экспериментов и анализа полученных результатов.

В результате изучения дисциплины студент должен знать сферы эффективного применения имитационных моделей; основные этапы моделирования и задачи, решаемые на каждом из этих этапов; методы планирования, реализации и анализа результатов модельных экспериментов; возможности современных средств разработки имитационных моделей.

Выбор подходящих инструментальных средств является весьма важной задачей организации лабораторного практикума по имитационному моделированию. Теоретически для создания имитационных моделей можно использовать самые разнообразные программные средства от универсальных языков программирования и табличного процессора Excel до специализированных систем имитационного моделирования (AnyLogic, Arena, GPSS World, MatLab, Scilab). От выбора конкретного инструментального средства зависит и сложность освоения интерфейса и особенностей языка программного комплекса и сложность задач, которые с его помощью можно решить с приемлемыми затратами учебного времени, кроме того следует принимать во внимание популярность выбранного инструментального средства среди профессиональных разработчиков имитационных моделей.

Учитывая небольшой объем учебных занятий, отводимых в нашем вузе на изучение дисциплины по выбору «Имитационное моделирование в системах компьютерной математики», средства имитационного моделирования, используемые в учебном процессе, должны быть просты в использовании, и скорость разработки имитационной модели должна быть высокой. Использование универсальных языков программирования при изучении рассматриваемой дисциплины представляется нецелесообразным. Особое место среди средств моделирования занимают универсальные математические компьютерные системы, например, MatLab, Mathematica, Maple, Derive и MathCad и системы класса свободного программного обеспечения Scilab, Maxima, предоставляющие разработчику мощные и разнообразные средства создания имитационных моделей систем самой разной природы.

В этих системах наряду с мощнейшими встроенными функциями математического анализа различных объектов и визуализации результатов такого анализа имеются развитые специализированные средства моделирования динамических систем. В системе Scilab для моделирования динамических систем используется инструмент визуального моделирования Scicos.

Система Scicos явилась важным шагом к наглядному блочному моделированию. Библиотека компонентов Scicos состоит из наборов специализированных блоков, относящихся к разным предметным областям. К несомненным достоинствам приложения Scicos пакета Scilab является возможность свободного и бесплатного использования в отличие от коммерческого аналога Simulink плюс MatLab, отличительная особенность которого –

Таким образом, в настоящее время можно считать, что для решения задач в области автоматического регулирования и управления, а также при моделировании различных физических, экономических и прочих явлений и систем можно использовать приложение Scicos пакета Scilab.

Исторически сложилось так, что первые работы по компьютерному моделированию были связаны с физикой, где с помощью моделирования решался целый ряд задач гидравлики, фильтрации, теплопереноса и теплообмена, механики твердого тела и т. д. Моделирование представляло собой решение сложных нелинейных задач математической физики с помощью ите-

рациональных схем, и было моделированием математическим. Успехи математического моделирования в физике способствовали распространению его на задачи химии, электроэнергетики, биологии и некоторых других дисциплин, причем схемы моделирования не слишком отличались друг от друга. Сложность решаемых с помощью моделирования задач всегда ограничивалась лишь мощностью имеющихся компьютеров. Покажем возможность организации имитационного моделирования в пакете Scicos на примере исследования наложений электрических сигналов с близкими частотами, поведение которых на осциллографе отражается в виде фигур Лиссажу [2].

Вид фигур зависит от соотношения между периодами (частотами), фазами и амплитудами обоих колебаний. В простейшем случае равенства обоих периодов фигуры представляют собой эллипсы, которые при разности фаз 0 или π вырождаются в отрезки прямых, а при разности фаз $\pi/2$ и равенстве амплитуд превращаются в окружность. Если периоды обоих колебаний не точно совпадают, то разность фаз всё время меняется, вследствие чего эллипс всё время деформируется. При существенно различных периодах фигуры Лиссажу не наблюдаются. При равенстве частот фигура застывает неподвижно, в любой фазе, однако на практике, за счет кратковременных нестабильностей сигналов, фигура на экране осциллографа обычно чуть-чуть подрагивает. Использовать для сравнения можно не только одинаковые частоты, но и находящиеся в кратном отношении, например, если образцовый источник может выдавать частоту только 5 МГц, а настраиваемый источник – 2,5 МГц.

Математическое выражение для кривой Лиссажу имеет вид:

$$\begin{cases} x(t) = A \sin(at + \delta) \\ y(t) = B \sin(bt) \end{cases}$$

где A, B – амплитуды колебаний, a, b – частоты, δ – сдвиг фаз.

Вид кривой сильно зависит от соотношения a/b . Когда соотношение равно 1, фигура Лиссажу имеет вид эллипса, при определенных условиях она имеет вид окружности ($A = B, \delta = \pi/2$ радиан) и отрезка прямой ($\delta = 0$). Ещё один пример фигуры Лиссажу – парабола ($a/b = 2, \delta = \pi/2$).

Для организации имитационного эксперимента следует собрать модель, представленную на рис. 1:

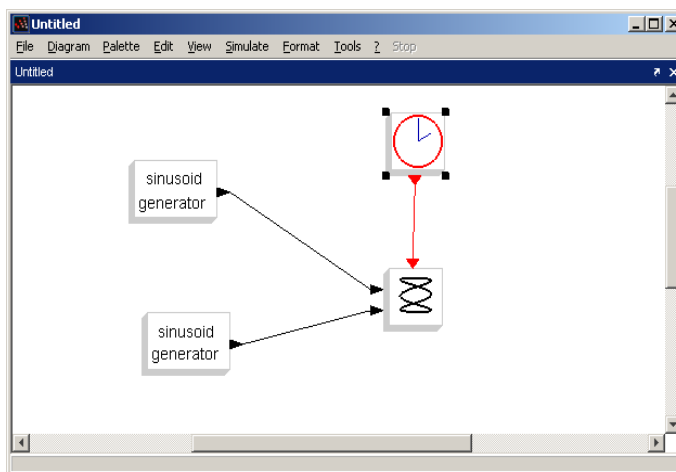


Рис. 1.

Для блока 1 (sinusoid generator 1 вырабатывает первый входной сигнал) выполним настройку (рис. 2):

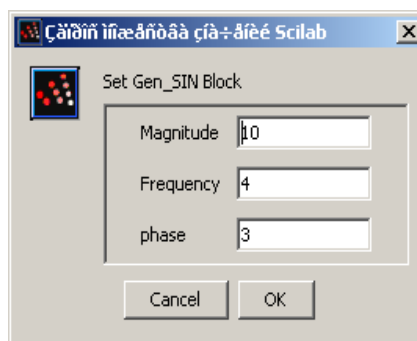


Рис. 2

Для блока 2 (sinusoid generator 2 вырабатывает второй входной сигнал) выполним настройку (рис. 3):

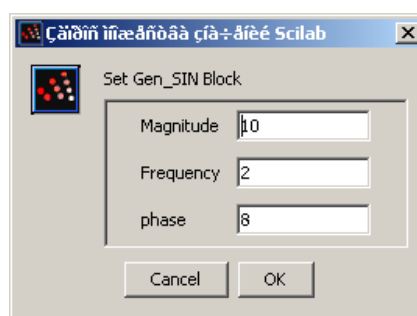


Рис. 3.

Для блока с часами активации установим шаг работы и время начала работы модели (рис. 4):

Можно установить параметры графика, выводимого на экран. При заданных параметрах получим фигуру Лиссажу в виде рис. 5.

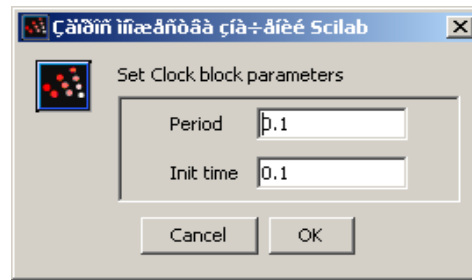


Рис. 4.

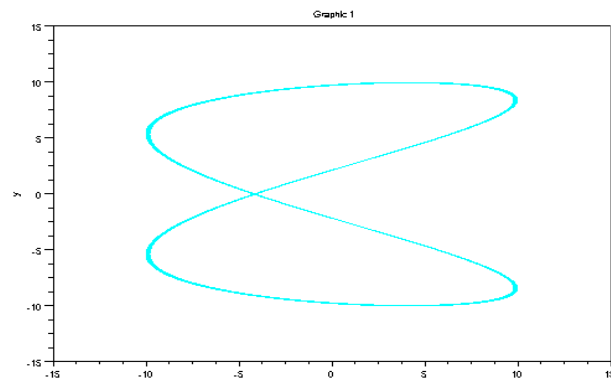
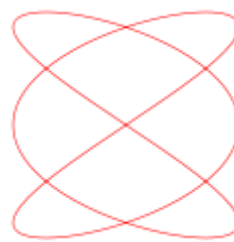


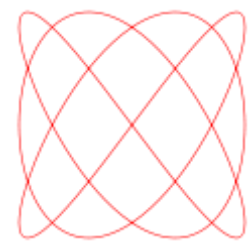
Рис. 5.



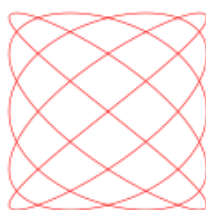
$$a = 1, b = 2 (1:2)$$



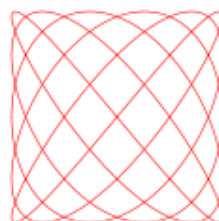
$$a = 3, b = 2 (3:2)$$



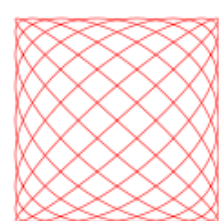
$$a = 3, b = 4 (3:4)$$

Рис. 6. Фигуры Лиссажу с малыми натуральными значениями a, b 

$$a = 5, b = 4 (5:4)$$



$$a = 5, b = 6 (5:6)$$



$$a = 9, b = 8 (9:8)$$

Рис. 7. Фигуры Лиссажу (малые отношения a, b)

Имитационный эксперимент следует провести с другими параметрами входящих сигналов, а именно с $\delta = \pi/2$, нечётным натуральным числом a , и также натуральным числом b , и $|a - b| = 1$ (рис. 6-7). Scicos имеет дружественный графический интерфейс пользователя для редактирования моделей, состоящих из соединенных блоков Scicos, которые могут быть найдены в палитрах Scicos или определены пользователем.

Тематика лабораторных работ определяется таким образом, чтобы охватить возможно большее число тем, изучаемых в рамках рассматриваемой дисциплины, и вместе с тем уделить достаточно учебного времени изучению основ моделирования в среде Scicos+Scilab.

Литература

1. Власов, С. А. Имитационное моделирование в России: прошлое, настоящее, будущее / С. А. Власов, В. В. Девятков // Автоматизация в промышленности. – 2005. – № 5. – С. 30–65.
2. Кормилицына, Т. В. Компьютерный эксперимент при решении физических задач / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в высшей школе. – 2007. – №1. – С. 65–70.

УДК 531.8

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МАЯТНИКА ОБЕРБЕКА

К. А. Турсунметов, В. Г. Махсудов

Национальный Университет Узбекистана, Ташкент

Описаны методы проверки с помощью маятника Обербека на занятиях физического практикума основной закона динамики для вращательного движения, теоремы Штейнера, позволяющие определить момент инерции маятника Обербека, изучить закономерности колебательных и затухающих колебательных движений.

Ключевые слова и фразы: маятник, колебания, момент инерции, физический практикум.

Маятник Обербека состоит центрального диска, вращающегося почти без трения в горизонтальном стержне и встроенными в него взаимно в перпендикулярными 4-мя веточными стержнями [1–2].

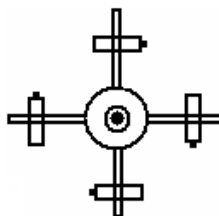


Рис. 1

Для изменения момента инерции маятника необходимо изменять расстояние до вращающегося стержня, сдвигая 4 груза с массой m_0 , установленных (встроенных) в стержнях. Маятник вращается под действием груза массой m , привязанного к нити, обмотанной к шкиву.

Обычно с помощью маятника Обербека проверяются основные законы динамики для вращательного движения, т. е. проверяется закономерность $\beta \sim M$ по $M_1 = I \cdot \beta$. Здесь $M_1 = M - M_x$ и $M = m(g - a) \cdot r$ – момент силы действующей на маятник, груза привязанной к нитю и обмотанной к маятнику шкива, M_x – момент силы трения, m – масса груза, r – радиус шкива, a – ускорение груза.

Кроме вращательного движения, можно изучить закономерности колебательных движений с помощью маятника Обербека и определить его момент инерции.

Сначала рассмотрим определение момента инерции маятника Обербека по законам колебательного движения. В этом случае от центра маятника на расстоянии d на одну ветку маятника установим один груз m_0 (или несколько) и раскачаем. Уравнение его движения примет вид:

$$(I_0 + m_0 d^2) \ddot{\varphi} = -mgd \sin \varphi.$$

Здесь $\ddot{\varphi} = \beta$ – угловое ускорение, φ – угол отклонения от положения равновесия.

При малых углах отклонения ($\varphi < 10^\circ$), $\sin \varphi \approx \varphi$ и уравнение примет вид однородного дифференциального уравнения второго порядка:

$$(I_0 + m_0 d^2) \ddot{\varphi} + mgd \varphi = 0$$

или

$$\ddot{\varphi} + \frac{mgd}{I_0 + m_0 d^2} \varphi = 0.$$

В этом уравнении:

$$\omega^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{m_0 g d}{I_0 + m_0 d^2}$$

Определяя из эксперимента T , по этой формуле можно определить I_0 :

$$I_0 = m_0 d \left(\frac{g T^2}{4\pi^2} - d \right)$$

Значение I_0 , вычисленное таким способом, будет отличаться от значений, определенными другими способами на несколько процентов, так как в этом случае не учтен во внимание момент силы трения M_x .

Воздействие сил трения на движение маятника Обербека можно изучить на примере затухания его колебательного движения. На одну из веток маятника Обербека на расстоянии d прикрепляем груз m_0 , затем, установив углоизмеряющий транспортир рядом с валом, изучим затухающее колебания маятника.

Начальный угол отклонения $\varphi_0 = 10^\circ - 12^\circ$, а количество колебаний в нем обозначаем числом N . Из закономерности затухающих колебаний $\varphi = \varphi_0 e^{-\delta t}$ определяем коэффициент затухания δ .

Логарифмический декремент затухания определяется по формуле:

$$\theta = \delta T = \frac{1}{N} \ln \frac{\varphi_0}{\varphi_N},$$

Следует отметить, что по известному значению φ_N выбирали целое значения градуса и принимали соответствующее количество колебаний N . Зная логарифмический декремент затухания θ и коэффициент затухания δ , можно определить значение времени релаксации $\tau = \frac{1}{\delta}$ и добротность колебательной системы $Q = \frac{\pi}{\theta} = \frac{\pi}{\delta T}$. Пользуясь описанными выше методами, в физическом практикуме с помощью маятника Обербека студенты могут проверить основной закон динамики для вращательного движения, теорему Штейнера, определить момент инерции маятника Обербека, изучить закономерности колебательных и затухающих колебательных движений [3–4].

Литература

1. Кортнев, А. В. / А. В. Кортнев, Ю. В. Рублев, А. Н. Куценко. – Практикум по физике. – М. : Высш. шк., 1963. – 516 с.
2. Назиров, Э. Н. Механика в молекулярной физике и атомной физике / Э. Н. Назиров. – Укитувчи, 1979. – 224 с.
3. Физический практикум. Механика и молекулярная физика / Под ред. В. И. Ивероновой. – М. : Наука, 1968. – 379 с.
4. Руководство к лабораторным занятиям по физике / . Под ред. Л. Л. Гольдина. – М. : Наука, 1973. – 688 с.

УДК 531.8

ИНТЕГРАТИВНАЯ МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «КОЛЕБАНИЯ» КУРСА ФИЗИКИ

К. А. Турсунметов, А. И. Худайбердиева, В. Г. Максудов

Национальный Университет, Ташкент, Узбекистан

Раздел физики «Колебания» является сложным в теоретическом, математическом и в практическом аспектах. Количество часов, выделенного для изучения этого раздела, мало, поэтому в настоящей работе предлагается интегративная методика изучения этого раздела с инновационными методами.

Ключевые слова и фразы: методика физики, интегративность обучения, колебания и волны.

Маятником называют тело или систему, совершающие колебательные движения. Колебания делят на три условные виды:

Собственные (свободные, незатухающие), затухающие и вынужденные колебания.

Удобно изучить эти колебания на примере пружинного маятника, предлагается общий вид уравнения движения:

$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x} + F_0 \text{const},$$

где $F_y = -kx$ – сила упругости, $F_c = -r\dot{x} = -r\mathcal{G}$ сила сопротивления и r – коэффициент сопротивления, $F = F_0 \text{const}$ – внешняя вынуждающая сила.

Дифференциальные уравнения движения пишут в виде:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}\dot{x} + \frac{r}{m}\dot{x} = F_0 \text{Cos}\omega t$$

$$\text{или } \ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega^2 x = f_0 \text{Cos}\omega t.$$

Здесь $\delta = \frac{r}{2m}$ – коэффициент затухания, $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ – циклическая частота, $f_0 = \frac{F_0}{m}$.

Рассматриваются выше упомянутые три условные виды колебаний:

а) собственные колебания, когда $r = 0$ и $F_0 \cdot \cos \omega t = 0$. Тогда рассматриваются свободные (собственные) колебания:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

и решения этого уравнения $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$.

При этом анализируются закономерности скорости $v = v(t)$ ускорения $a = a(t)$, кинетической $W_k(t)$ и потенциальной $W_p(t)$, а также полной энергии пружинного маятника;

б) рассматриваются затухающие колебания, т. е. когда $F_0 \cos \omega t = 0$; $\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega^2 x = 0$ и решения этого уравнения имеет вид:

$$x = A_0 e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi_0).$$

Здесь анализируются закономерности $A(t) = A_0 e^{-\delta t}$ затухающих колебаний, а также методики определения и анализа физических параметров: коэффициент затухания, время релаксации $\tau = \frac{1}{\delta}$ и логарифмический декремент затухания $\theta = \delta T$.

в) В третьем условном виде рассматривается общий случай:

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = f_0 \cos \omega t$$

и решения этого уравнения, а также графическое представление вынужденного колебания.

Анализируется амплитуда равна:

$$A = \frac{A_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega)^2 + 4\delta^2 \omega^2}}$$

а фаза колебаний:

$$\varphi = \arctg \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}.$$

Однако и при такой методике изучения колебаний систем, в основном при определении частоты и периода колебаний систем, студенты встречаются со следующими трудностями: при составлении дифференциального уравнения движения колебательных систем не понимают суть решения дифференциального уравнения; составление дифференциального уравнения движения для сложных колебательных систем является сложным процессом.

Предлагаем определять частоту и период колебания колебательных систем по теореме Кёнинга: вводится обобщенная координата q и скорость $\dot{q} = v$ определяющая через них выражения потенциальной и кинетической энергии колеблющейся системы в виде:

$$W_n = \frac{\alpha}{2} q^2 \text{ и } W_k = \frac{\beta}{2} \dot{q}^2,$$

α и β – постоянные величины, связанные с параметрами системы [2].

Доказано, что $\omega = \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}$ и соответственно $T = 2\pi\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}$.

Такая методика гораздо легче, чем методика составления и решение дифференциального уравнения движения системы.

Для определения периода колебания системы по этой методике необходимо определить выражения потенциальной и кинетической энергии систем через обобщенную координату q ; зная коэффициенты α и β для конкретной системы, можно определить ее частоту колебания ω и период T .

Для примера рассмотрим физический маятник.

Потенциальная энергия для физического маятника определяется выражением:

$$W_n = mga(1 - \cos \varphi) = 2mga \sin^2 \frac{\varphi}{2} \approx \left(\frac{mga}{2}\right) \varphi^2,$$


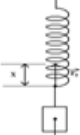



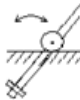
а кинетическая энергия равна:

$$W_k = \frac{I\omega^2}{2} = \frac{Iq^2 k}{2}, \text{ где } q = \varphi \text{ и } q = \varphi^0 = \omega.$$

Отсюда $\alpha = \frac{mga}{2}$ и $\beta = I$, следовательно $\omega = \sqrt{\frac{mga}{I}}$ и $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}$, где α – расстояние от центра тяжести до точки подвеса маятника.

Значения ω и T , полученные по этой методике, точно соответствуют их значениям, полученным по общепринятой методике. По такой методике можно определить циклическую частоту и период колебаний для ряда маятников и других колеблющихся систем, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры системы, совершающие колебательные движения

№	Маятники	Схематическое изображение	Потенциальная энергия	Кинетическая энергия	α	β	Циклическая частота	период колебания
1	Математический маятник [1,2,5-7].		$\frac{1}{2} mgl\varphi^2$	$\frac{1}{2} mgl^2 \dot{\varphi}^2$	mg	ml^2	$\sqrt{\frac{g}{l}}$	$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
2	Пружинный маятник [1,2,5-7].		$\frac{1}{2} kx^2$	$\frac{1}{2} kx^2$	k	m	$\sqrt{\frac{k}{m}}$	$2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
3	Физический маятник [1,2,5-7].		$\frac{1}{2} mga\varphi^2$	$\frac{1}{2} I\dot{\varphi}^2$	mga	I	$\sqrt{\frac{mga}{I}}$	$2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}$
4	Бифилярный маятник [6,7].		$\frac{1}{2} \frac{mgab}{l} \varphi^2$	$\frac{1}{2} I\dot{\varphi}^2$	$\frac{mgab}{l}$	I	$\sqrt{\frac{mgab}{Il}}$	$2\pi \sqrt{\frac{Il}{mgab}}$
5	Трифилярный маятник [5-7].		$\frac{1}{2} mg \frac{r^2}{l} \varphi^2$	$\frac{1}{2} I\dot{\varphi}^2$	$\frac{mgr^2}{l}$	I	$\sqrt{\frac{mgr^2}{Il}}$	$2\pi \sqrt{\frac{Il}{mgr^2}}$
6	Маятник Лебедева [4,5].		$\frac{1}{2} mgl_0 \varphi^2$	$\frac{1}{2} I\dot{\varphi}^2$	$mg l_0$	I	$\sqrt{\frac{mg l_0}{I}}$	$2\pi \sqrt{\frac{I}{mg l_0}}$

Таблицу можно заполнять частично, нужные строки и столбики рекомендуются для заполнения студентами по кейс-технологии.

В зависимости от сложности и объема задания можно составить разные варианты метода кейса: короткий, средний и полный. Эти задания можно рекомендовать группам студентов, задавая их решать самостоятельно вне аудитории.

Таким образом, организация проведения занятий по этим методикам позволяет интенсивно изучать раздел «Колебания», даёт более полное представление о колеблющихся системах, а также помогает оценить знания студентов по этому разделу методом кейса.

Литература

1. Турсунметов, К. А. Дидактические возможности маятника Обербека / К. А. Турсунметов и др. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – № 11. – С. 20–24.

УДК 531.8

ЭЛЕКТРОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ПО ФИЗИКЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Х. Ю. Мавлянов, К. А. Турсунметов, У. К. Валиев

Национальный Университет имени Мирза Улугбека, Узбекистан

Представлены электронные учебные пособия, предназначенные для изучения физики полупроводников и полупроводниковых приборов и проведения компьютерных экспериментов. Составленные электронные средства используются для обучения студентов-бакалавров.

Ключевые слова и фразы: электронные учебники, виртуальные лабораторные работы, физика полупроводников.

В связи с развитием компьютерной техники и с необходимостью внедрения в учебный процесс инновационных педагогических технологии возникла задача усовершенствования обучения физике, в частности визуализация физических процессов, позволяющая наглядно продемонстрировать явления, происходящие в полупроводниковых материалах и приборах.

Полупроводниковые материалы являются основой практически всех существующих на сегодняшний день полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Для понимания принципов работы и конструирования этих приборов необходимо глубокое знание электрофизических процессов протекающих в полупроводниках, поэтому курс «Физика полупроводников» является одним из базовых курсов для бакалавриата и для магистрантов, обучающихся по направлению и по специальности «Физика полупроводников и диэлектриков».

Для усовершенствования и улучшения качества обучения для этого курса нами разработаны ряд электронных документов: электронные учебники, анимации, «решешник» и виртуальные лабораторные работы. При составлении их нами были изучены и критически проанализированы анимационные программы, использующиеся в последние годы в научных и научно-методических работах, с целью выяснения их научно-технических аспектов и возможности применения в наших разработках [1].

Одна из наших электронных разработок – это электронный учебник по физике полупроводников [2], созданный на основе учебного пособия [3]. При создании этого электронного учебника использовались программы MS Word,

MS Front Page, MS Power Point, MS Paint, а также язык программирования Visual Basic-6.0 и различные средства мультимедиа. При этом выполнены основные требования, предъявленные к электронным учебникам [4].

Электронный учебник содержит оглавление, гипертекст – текст содержания учебника, анимации для лекции, виртуальные лабораторные работы, задачи и задачи с решениями, тест с ответами и литература. В оглавлении приведены названия десяти глав и тем. Пользователь может выбирать любую главу или тему.

В разделе «Лаборатория» имеются пять виртуальных лабораторных работ по физике полупроводников. На каждом стенде виртуальной лабораторной работы приведены краткая теория и характеристика лабораторной работы, а также цель работы, порядок выполнения работы, порядок ввода результатов эксперимента и таблицы для результатов работы и для вычисления ошибок измерения. Приводится пример работы с анимацией. В конце главы приведены контрольные вопросы для оценки знаний.

В разделе «Задачи» приведены основные формулы, необходимые для решения задачи, задачи с решениями и задачи для самостоятельной работы. При выборе решения задачи пользовались методикой, описанной в [5].

Раздел «Тест» содержит 100 тестов. Студент может произвольно выбирать любой раздел, при этом он может сразу же получить оценку своих знаний по выбранному разделу, т. к. на экране монитора набранные баллы появляются сразу же после окончания работы.

В разделе «Анимация» приведены анимации по физическим процессам и явлениям. В разделе «Приложения» приведены списки основных физических величин и постоянные, необходимые для виртуальных лабораторных работ и для решения задач. В разделе «Литература» содержит основные и дополнительные учебники и учебные пособия по курсу «Физика полупроводников и диэлектриков».

В электронном учебном пособии «Физика полупроводниковых приборов» [6] рассматриваются основные физические принципы работы современных полупроводниковых приборов и методы расчета их основных параметров. Подробно изложены физические модели контактов металл-полупроводник, p-n переходов, биполярных и полевых транзисторов. Приведены современные модели указанных приборов и подробные расчеты вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик, данные о структуре и конструкциях полупроводниковых приборов (выпрямительные диоды, варакторы, биполярные и полевые транзисторы). Приведены сравнительные характеристики приборов, выпускаемых различными странами. Для более полного представления показан внешний вид и вид в разрезе большинства современных приборов, разработаны анимации по их структуре и строению. Создан сборник виртуальных лабораторных работ по курсу «Физика полупроводников». Виртуальные лабораторные работы имеют очевидные преимущества [7, 8].

Комплекс виртуальных лабораторных работ по курсу «Физика полупроводников» содержит следующие работы:

- 1) Определение удельного сопротивления полупроводниковых материалов 4-х зондовым методом.
- 2) Определение типа проводимости полупроводниковых материалов с помощью термозонда.
- 3) Определение удельного сопротивления полупроводника имеющие определенной геометрии.
- 4) Изучение вольтамперной характеристики контакта металл-полупроводник.
- 5) Изучение вольтфарадной характеристики контакта металл-полупроводник.
- 6) Изучение вольтамперной характеристики диода.
- 7) Определение разности потенциалов контакта металл-полупроводник по вольтфарадной характеристике.
- 8) Изучение высокочастотной вольтфарадной характеристики структуры металл-диэлектрик-полупроводник.
- 9) Определение напряжения стабилизации стабилитрона.
- 10) Изучение эффекта Холла а полупроводниках.

Комплекс этих виртуальных лабораторных работ направлен на формирование способности самостоятельного выполнения лабораторных работ по физике полупроводников и полупроводниковых приборов, выполнения лабораторных работ на реальных установках и на укрепления теоретических знаний.

Каждая виртуальная лабораторная работа содержит теорию изучаемой темы, характеристику стенда, на котором проводится измерения, методику их выполнения, а также список основной и дополнительной литературы, имеет анимационную модель процессов сборки лабораторной установки и измерения. В конце работы имеются тесты, позволяющие виртуально и оперативно оценить знания студента по этой тематике.

Другая электронная разработка – «Электронный сборник анимационных задач» по курсу «Физика полупроводников и полупроводниковых приборов», составленный на основе типовой учебной программы. В сборник вошли задачи по разделам:

Основы зонной теории полупроводников: Кристаллическая решетка. Типы кристаллических решеток. Понятие зоны Брюллиэна. Функция распределения Ферми-Дирака. Примесные и собственные полупроводники. Понятие уровня Ферми. Положение уровня Ферми и его температурная зависимость.

Электропроводность полупроводников: Классификация дефектов в полупроводниках. Кинетическое уравнение Больцмана. Эффект Пуля-Френкеля.

Кинетические явления в полупроводниках: Генерационно-рекомбинационные явления в полупроводниках. Понятие времени жизни носителей заряда. Диффузионные и дрейфовые токи. Уравнение непрерывности тока. Соотношение Эйнштейна.

Контакт-металл полупроводник: Зонные диаграммы. Омические контакты. Емкостные свойства контактов. Диффузионная и диодная теория выпрямления. Диоды Шоттки.

Для создания анимационных задач использовался объектно-ориентированный язык Delphi и набор стандартных программ. Для составления программ использовались модули: «Демонстрация физического процесса», «Вопрос», «Тест». Электронный сборник состоит из десяти частей, каждая часть имеет пять задач. Каждая правильная решения задача оценивается десятью баллами. Инструкция пользования разработкой и процессом решения задачи, а также сообщение о выходе из программы систематически выводятся на мониторе, студент может самостоятельно пользоваться и работать с электронным сборником анимационных задач. Таким образом, представленные материалы облегчают проведение занятий, усиливают интенсификацию обучения студентов, процесс самостоятельной работы. Описанные разработки можно использовать при дистанционном обучении.

Литература

1. Шералиев, С. Анимацион дастурларнинг вазифалари ва имкониятлари / С. Шералиев, Х. Мавлянов, А. Тиллаев // ФМИ. – 2011. – № 2. – С. 83–89
2. Валиев, У. К. Яримўтказгичлар физикасидан электрон дарслик / У. К. Валиев // ФМИ. – 2011. – № 3. – Б. 66–69.
3. Тешабоев, А. Яримўтказгичлар физикасидан виртуал лаборатория ишлари / А. Тешабоев, С. Зайнобиддинов. – Тошкент : Ўқитувчи, 1999.
4. Цой, М. Создание электронных учебников / М. Цой, Р. Джураев, Н. Тайлаков. – Ташкент : 2007. – 188 с.
5. Бурсиан, Э. В. Задачи по физике для компьютера / Э. В. Бурсиан. – М. : 1991. – 357 с.
6. Власов, С. И. Яримўтказгичли асбоблар физикаси / С. И. Власов, У. К. Валиев, К. А. Турсунметов, Х. Ю. Мавлянов. – Электронный учебник. Ташкент, 2009. – 237 с. – Удостоверение № 3059 Узб. Респ. агенство по авторским правам.
7. Турсунметов, К. А. Виртуальные лабораторные работы по физике полупроводников / К. А. Турсунметов, Х. Ю. Мавлянов. – Патент Респ. Уз. №ДГУ 01927 от 2010 г.
8. Мавлянов, Х. Ю. Яримўтказгичлар физикасидан виртуал лаборатория ишлари / Х. Ю. Мавлянов, К. А. Турсунметов // Халқ таълими. – 2010. – № 4. – С. 37–41.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 535.372

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И МЕТОДИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ P-N-ПЕРЕХОДА СВЕТОДИОДА В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. А. Косицын, А. Б. Мышонков

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Обсуждается методика определения температуры некоторых переходов светодиода.

Ключевые слова и фразы: кристаллы, светодиод, светотехника.

Основным фактором, сдерживающим увеличение светового потока светодиодных световых приборов, является перегрев кристалла светодиода. Температура кристалла влияет на электрические, светотехнические и эксплуатационные характеристики. Причинами повышения температуры могут выступать внутренние и внешние факторы (изменение температуры окружающей среды и условий эксплуатации светодиода). Влияние этих факторов накладывается друг на друга.

Увеличение светового потока светодиодов ограничивается низкой мощностью излучающего кристалла, который работает на определенном напряжении (2–3 В). Единственной возможностью повышения мощности одиночного кристалла является увеличение тока, проходящего через него, что может быть достигнуто двумя способами – увеличением размеров кристалла или увеличением плотности тока через кристалл.

При увеличении размеров кристалла снижается его эффективность за счет повышения поглощения излучения в кристалле, снижается надежность за счет больших термических деформаций, растет стоимость изделия. Повышение плотности тока приводит к снижению эффективности за счет нагрева кристалла. Максимальное значение плотности тока ограничивается предельной температурой кристалла, при которой начинается его значительная деградация. При больших температурах может произойти разрушение корпуса светодиода. Температура кристаллов для нитридных соединений обычно ограничивается величиной 120°C, за счет улучшения технологии посадки и применения новых материалов в современных светодиодах удалось поднять ее до уровня 185°C. В светодиодах источниками тепла являются активная область кристалла, токопроводящие слои структуры, омические контакты к кристаллу. При малых значениях тока основным источ-

ником тепла является активная область, которая нагревается за счет безызлучательной рекомбинации. При высоких значениях тока доля тепла, выделяющегося на контактах и во внешних слоях кристалла, значительно увеличивается. Тепловой режим кристалла значительно влияет на все характеристики излучения.

Произвести непосредственные измерения температуры кристалла светодиода контактным методом практически сложно, поэтому в настоящее время распространено измерение температуры теплоотвода светодиода контактным методом с последующим пересчетом по известному тепловому сопротивлению. Недостатком измерения температуры контактным методом является невозможность убедиться в достоверности паспортных данных и невозможность выявления брака монтажа кристалла. Другим способом является измерение температуры косвенным методом по термочувствительным параметрам. Оптимальным методом косвенного измерения температуры кристалла светодиода является метод, основанный на зависимости прямого напряжения от температуры кристалла. По данному методу на этапе градуировки со светодиода, помещенного в термостат с фиксированными температурами, снимаются импульсные вольт-амперные характеристики. Длительность импульса выбирается так, чтобы не происходило джоулево самонагревание светодиодной структуры; считается, что температура перехода определяется температурой термостата. На основании полученных данных строится зависимость прямого напряжения от температуры для различных значений импульсных токов, по данной зависимости определяется температурный коэффициент, связывающий напряжение с температурой перехода. Точность определения температуры оценивается величиной $\pm 3^\circ\text{C}$ [2].

За основу установки взяты системы аналого-цифрового преобразования, позволяющие упростить процесс измерений и максимально его автоматизировать. Для экспериментальной проверки разработанной методики проведены исследования динамики изменения температуры кристалла светодиода в корпусном и бескорпусном исполнении светового прибора [1]. Результаты исследований позволили показать хорошее согласование экспериментальных значений температуры с теоретическими значениями, что позволяет говорить о корректности разработанной методики и целесообразности применения разрабатываемого устройства для оценки условий теплоотвода и температурного режима работы кристалла светодиода в световом приборе.

Использование установки для измерения температуры при разработке и проектировании светодиодных световых приборов позволит оптимизировать конструкцию, повысить срок службы светодиодов, световых приборов и систем освещения, что повысит конкурентоспособность продукции.

Литература

1. Мышонков А. Б. Методика контроля температуры кристаллов светодиодов при разработке световых приборов / Светотехника и источники света: Сб. науч.-метод. тр. – Саранск: СВМО, 2011. – С. 100–101.
2. Шуберт Ф. Е. Светодиоды / Ф. Е. Шуберт. – М. : Физматлит, 2008. – 496 с.

К ВОПРОСУ О ИЗМЕРЕНИИ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ

Т. А. Чуваткина

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Представлены результаты измерения средней силы света индикаторных светодиодов методом калибровки светодиода по фотометру.

Ключевые слова и фразы: светотехника, светодиод, фотометр, калибровка.

Светоизлучающий диод (СИД) – полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока.

Существует два основных типа светодиодов: индикаторные и осветительные. Индикаторные светодиоды являются недорогими маломощными источниками света, пригодными для использования в качестве световых индикаторов в индикаторных панелях и электронных приборах, для подсветки приборных панелей автомобиля. Осветительные светодиоды представляют собой надёжные мощные устройства, способные обеспечить нужный уровень освещенности.

К светодиодам, как к источникам излучения, для обеспечения качества освещения предъявляется ряд требований, характеризующихся светотехническими параметрами.

К основным светотехническим параметрам СИД относят [1] световые: сила света (I_v , [кд]), световой поток (Φ_v , [лм]); колориметрические (спектральные): координаты цвета (XYZ), координаты цветности (x_{yz}), доминантной длины волны (λ , [нм]), цветовая температура (T_c , [К]), чистота цвета (p, [%]); гониометрические (угловые): диаграмма пространственного распределения силы света.

В условиях острой конкурентной борьбы за первенство на российском и международном рынках требования к светотехническим параметрам ужесточаются, что во многих случаях приводит к повышению требований к допускам на контролируемые параметры изделий, в связи с чем появляется потребность в высокой точности и корректности измерений.

При проведении измерений рекомендовано использование стандартных методов, обеспечивающих высокую точность. Для светодиодов методы измерения фотометрических параметров приведены в ГОСТ Р 8.749–2011. Однако применение методов измерения, описанных в стандарте, вызывает ряд вопросов. Так, при измерении средней силы света светодиодов возможно получение неоднозначных результатов.

Сила света является одной из основных световых величин, характеризующих источники оптического излучения, и представляет собой физическую величину, определяемую отношением потока излучения, распространяющегося от источника излучения внутри малого телесного угла, содержащего рассматриваемое направление, к этому углу [2].

Измерение силы света имеет значительную практическую важность как средство для суждения о различных источниках освещения. Измерение этой величины не достигло той степени точности, до которой дошли многие другие отделы техники измерений; причина этого – окончательным инструментом фотометрии является глаз со всеми его особенностями и недостатками.

На базе ЦКП «Светотехническая метрология» ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва» были проведены измерения средней силы света индикаторных светодиодов методом калибровки светодиода по фотометру [3]. Получены результаты, которые представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Средние значения параметров для геометрии А

СИД	I, мА	P, Вт	I _v , кд	Ф _e , Вт	t, сек
Белый	30	0,09	9,3024e+000	1.5632e-002	19,4
Синий	30	0,09	2,8272e-001	6.9102e-003	41,2
Желтый	20	0,06	2,46248e-004	1.1910e-004	240,2
Зеленый	20	0,04	9,614e-002	6.3323e-009	610,4

Таблица 2

Средние значения параметров для геометрии В

СИД	I, мА	P, Вт	I _v , кд	Ф _e , Вт	t, сек
Белый	30	0,09	6,9298e+010	1.5632e-002	5,8
Синий	30	0,09	1,62e+009	6.9102e-003	8,2
Желтый	20	0,06	6,6026e-002	1.1910e-004	33,0
Зеленый	20	0,04	8,0104e-002	6.3323e-009	77,4

В результате анализа данных можно сделать следующие выводы:

- значения средней силы света для одного светодиода при использовании разных геометрий различны;
- различие в значениях средней силы света для геометрии А и В при уменьшении значения потока излучения светодиода становится не таким явным;
- прослеживается зависимость между значением потока излучения и временем измерения.

В настоящее время геометрии А и В признаны равнозначными, не дается никаких рекомендаций по их использованию. В связи с полученными данными можно рекомендовать использование геометрии А для светодиодов с потоком излучения порядка 10^{-3} Вт и выше, геометрии В – с потоком излучения порядка 10^{-4} Вт и ниже. Обоснуем эти рекомендации. При измерении

средней силы света данная величина рассчитывается как произведение освещенности на квадрат расстояния между источником и приемником излучения:

$$I_v = E \cdot r^2, \quad (1)$$

где E – освещённость; r – расстояние от источника излучения до приемника излучения.

Данная формула справедлива в случае точечного источника излучения, излучающего свет по всем направлениям равномерно, и размерами которого по сравнению с расстоянием, на котором оценивается его действие, можно пренебречь, поэтому геометрия А с расстоянием до приемника 316 мм является более предпочтительной.

Геометрия В является экономически более выгодной, так как позволяет производить измерения с меньшими затратами времени, а следовательно позволяет снизить трудоемкость работ, затраты на электроэнергию и т. д. Как показывают результаты измерений, значения средней силы света при использовании геометрий А и В для источников со слабым сигналом близки по значению, поэтому применение геометрии В оправданно в случаях, когда поток излучения имеет малое значение.

Совершенствование методов и средств измерения могут быть основой для дальнейшего исследования точности измерений параметров светодиодов.

Литература

1. Айзенберг Ю. Б. Справочная книга по светотехнике / Ю. Б. Айзенберг. – Москва : Знак, 2006. – 972 с.
2. ГОСТ 26148-84. Фотометрия. Термины и определения. – Введ. 01.07.1985. – Москва : Гос. комитет СССР по стандартам ; М. : Изд-во стандартов, 1984. – 28 с.
3. ГОСТ 8.749-2011. Светодиоды. Методы измерения фотометрических характеристик. – Введ. 01.05.2013. – М. : Стандартинформ, 2012. – 29 с.

УДК 620

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОЛИЧЕСТВА РТУТИ В ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМПАХ

А. А. Горбунов, В. С. Рузманов, А. С. Федоренко

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Описан современный компактный измерительный комплекс для определения количества ртути в люминесцентных лампах. С целью увеличения качества результатов измерений на испытательной установке для контроля ко-

личества ртути в люминесцентных лампах было решено усовершенствовать ее путем замены регистрирующего прибора современными программно-аппаратными измерительными средствами.

Ключевые слова и фразы: измерительный комплекс, люминесцентные лампы.

С целью увеличения качества результатов измерений на испытательной установке для контроля количества ртути в люминесцентных лампах (ЛЛ) [1] было решено усовершенствовать ее путем замены регистрирующего прибора современными программно-аппаратными измерительными средствами компании «National Instruments». Выбор оборудования объясняется тем, что данная компания занимает лидирующие позиции по производству измерительного оборудования, основанного на базе концепции виртуальных приборов.

В качестве усовершенствованного регистрирующего блока для установки использовалась компактная система NI Compact DAQ [2], предполагающая простоту подключения шин USB или Ethernet для проведения измерений электрических сигналов с датчиков на рабочем столе, в полевых условиях и на производственных линиях.



Рис. 1. Внешний вид системы NI Compact DAQ

На рис. 1 показан внешний вид системы, подключенной к ноутбуку. Управление модулем CompactDAQ осуществлялось с помощью виртуального прибора (ВП), разработанного в графической среде программирования LabVIEW [3].

Лицевая панель и блок-схема ВП представлены на рис. 2.

Данный ВП запускает процесс измерения, который заключается в последовательном измерении напряжения с интервалом 1 с. Полученные измерительные данные сохраняются и накапливаются в виде массива. Массив данных отображается в виде временной зависимости на графическом индикаторе, который расположен на лицевой панели ВП. На лицевой панели ВП располагаются две управляющие кнопки, которые позволяют запустить и остановить процесс измерения.

После завершения измерений, полученные данные сохраняются в долговременную память компьютера в виде файла (рис. 3).

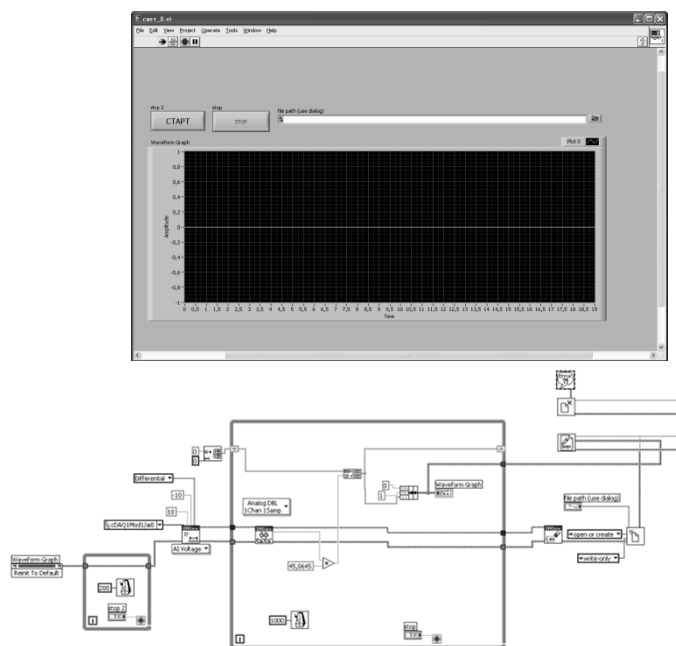


Рис. 2. Лицевая панель и блок-схема виртуального прибора

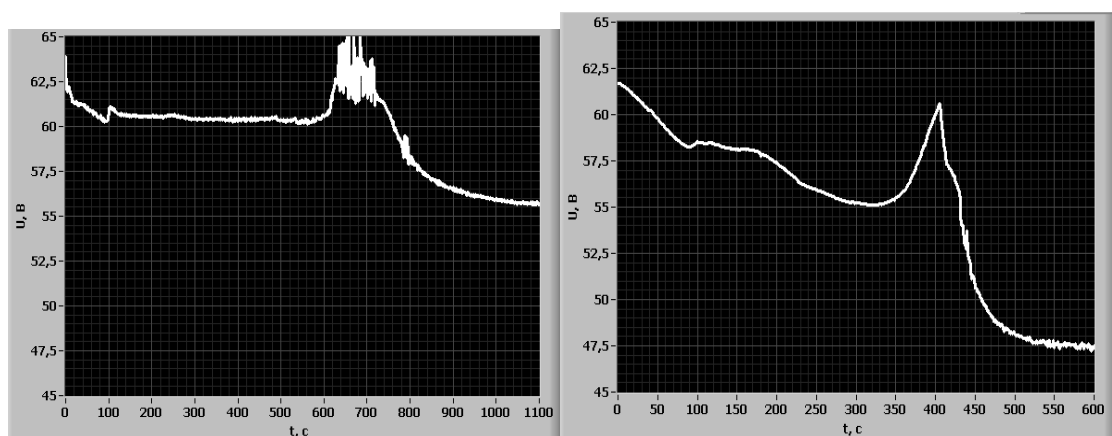


Рис. 3. Зависимости напряжения на лампе от времени переноса ртути, полученные с помощью ВП

Полученные результаты позволят создать современный компактный измерительный комплекс для определения количества ртути в ЛЛ.

Литература

1. Горбунов, А. А. Способ неразрушающего контроля количества ртути в трубчатой люминесцентной лампе и устройство для его осуществления. / А. А. Горбунов, А. А. Ашрятов, А. С. Федоренко. – Патент на изобретение № 2410791. – Заявка 2010102332/07, 25.01.2010. – Кл. МПК H01J 9/42. – Опубл.: 27.01.2011. – Бюл. №3.
2. Система NI Compact [Электронный ресурс]. – Режим доступа – www.ni.com.
3. Горбунов, А. А. О разработке компьютеризированной установки для определения количества ртути в люминесцентных лампах. / А. А. Горбунов, В. С. Рузманов. // Сб. тезисов докладов науч.-тех. конф. «Молодые светотехники России». М. : ВИГМА, 2012. – С. 50–51.

ДВУХКООРДИНАТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ МИКРООБЪЕКТОВ

В. В. Буряк¹, В. Н. Ильин¹, В. А. Селянтьев²

¹ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

²ГНУ «Институт физики» НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Авторами разработан метод измерения столбиковых выводов припоя, который обеспечивает повышение точности измерения высоты объекта. Отличительная особенность метода – синхронное сканирование объектов двумя специально ориентированными полосами света.

Ключевые слова и фразы: микрообъект, измерение, сканер.

В современной электронике столбиковые выводы припоя (СВП) (или шарики) стали стандартным способом соединения полупроводниковых устройств (микросхем в корпусе BGA) с подложками или печатными платами. Высота столбикового вывода может быть от 100 до 300 мкм. Для хорошего соединения все СВП должны быть одинаковыми по высоте в пределах допустимых отклонений, поэтому измерение их высоты является существенной частью управления производственным процессом.

Одним из способов измерения размеров СВП является сканирование области контактов объекта (микросхемы или платы) лазерным пучком, сформированным в виде линии, по схеме оптической триангуляции. Триангуляция используется как инструмент для одно-, двух-, и трехкоординатных измерений [1–2]. Известен метод [1] и прибор для трехмерного измерения поверхности объекта с использованием копланарных данных из составных датчиков. Прибор содержит два одинаковых устройства, каждое из которых включает источник света (лазер) с формирующей оптикой, который генерирует электромагнитное излучение в виде световой линии вдоль заданного направления на поверхность объекта, и блок видеокамеры, состоящий из воспроизводящего объектива и детектора (линейной матрицы ПЗС). Оба устройства содержат средства для их перемещения по координатам XY, а угол триангуляции составляет 30° .

Данный прибор обладает низким быстродействием, ограничивающим его функциональные возможности и точность измерения высоты объекта и профиля поверхности. Быстродействие снижается из-за большого числа сканирований по зигзагообразному пути. При этом измерительное сканирование осуществляется только по одной оси X, тогда как перемещение по оси Y является холостым. Точность измерения снижается из-за того, что перемещение по оси Y является неинформативным, т. е. имеют место участки поверхности объекта, с которых нет данных измерения.

Известен другой метод и система для триангуляционного измерения высоты объектов над поверхностью [2]. Система содержит подложку с объектами измерения и сканер с двумя идентичными устройствами освещения-отображения. Каждое из указанных устройств содержит оптически связанные и последовательно расположенные источник света, светоделитель и объектив, оптически связанный с матрицей ПЗС, средство перемещения, устройство управления и вычисления высоты объекта из местоположения полосы света на объекте, электрически связанное с источниками света, матрицами ПЗС и сканером. Данная система также обладает низким быстродействием и не обеспечивает получение измерительной информации по другим координатам, отличным от X .

Авторами разработан метод измерения столбиковых выводов припоя, который лишен указанных недостатков и обеспечивает расширение функциональных возможностей системы с одновременным повышением точности измерения высоты объекта. Отличительная особенность метода – синхронное сканирование объектов двумя полосами света, ориентированными относительно линий измерения по координатам X и Y на углы $\pm 45^\circ$ соответственно, с усреднением данных, полученных при вычислении высоты одного объекта двумя световыми полосами без переориентации сканера в пространстве.

На рис. 1 представлена структурная схема устройства, реализующего предложенный метод для триангуляционного измерения высоты объекта над поверхностью.

Устройство работает следующим образом. В первом устройстве освещения излучение лазера 6 преобразуется цилиндрической линзой 7 в световую полосу и поступает в двуклиновый узел поворота 8, который по команде с устройства управления и вычисления 5 поворачивает световую полосу относительно исходного положения на угол (-45°) . Излучение, отразившись от светоделителя 9, проецируется объективом 11 на объекты измерения 13, расположенные на подложке 14, в виде световой полосы 12.

Световая полоса 12 деформируется объектами 13, степень деформации пропорциональна высоте объектов 13 над поверхностью подложки 14.

Синхронно с первым во втором устройстве освещения излучение лазера 18 преобразуется цилиндрической линзой 19 в другую световую полосу и поступает в двуклиновый узел поворота 20, который по команде с устройства управления и вычисления 5 поворачивает световую полосу относительно исходного положения на угол $(+45^\circ)$. Далее излучение, отразившись от светоделителя 16, проецируется объективом 15 на объекты измерения 13, расположенные на подложке 14, в виде световой полосы 21. Световая полоса 21 деформируется объектами 13, степень деформации также пропорциональна высоте объектов 13 над поверхностью подложки 14.

На подложку 14 проецируются две световые полосы 12 и 21, расположенные под углами $\pm 45^\circ$ к осям X и Y , и под углом 90° друг к другу. В первом устройстве отображения объектив 11 формирует деформированное объекта-

ми 13 изображение световой полосы 21, которое, пройдя светоделитель 9, отображается на матрице ПЗС 10.

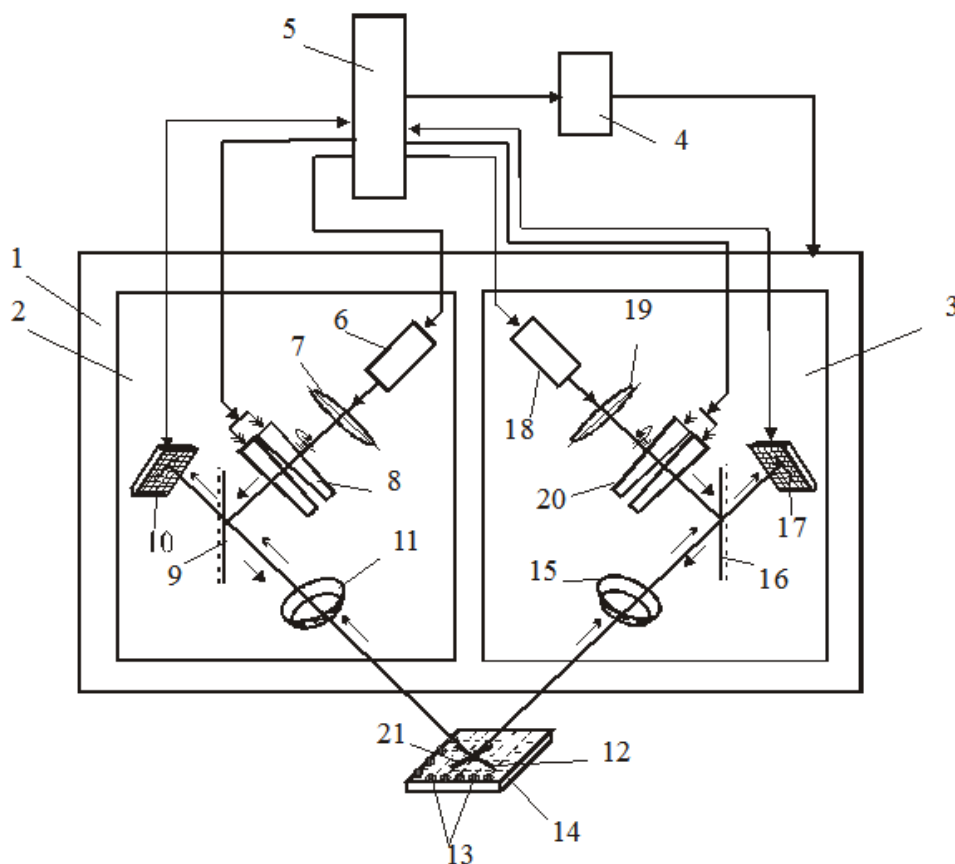


Рис. 1. Структурная схема устройства для реализации метода измерения:
 1 – сканер; 2 и 3 – устройства освещения-отображения; 4 – средство перемещения;
 5 – устройство управления и вычисления; 6 и 18 – лазеры;
 7 и 19 – цилиндрические линзы; 8 и 20 – двуклиновые узлы поворота;
 9 и 16 – светоделители; 10 и 17 – матрицы ПЗС; 11 и 15 – объективы;
 12 и 21 – первая и вторая световая полоса;
 13 – объекты измерения (столбиковые выводы припоя); 14 – подложка

Во втором устройстве отображения объектив 15 формирует деформированное объектами 13 изображение световой полосы 12, которое, пройдя светоделитель 16, отображается на матрице ПЗС 17.

Сканер 1, включающий в себя оба устройства освещения-отображения 2 и 3, посредством средства перемещения 4 перемещается вдоль оси X или Y, сканируя объекты 13 на подложке 14 двумя световыми полосами 12 и 21 одновременно. Обе световые полосы 12 и 21 деформируются объектами 13, при этом степень деформации пропорциональна высоте объектов 13 над поверхностью подложки 14. Световые полосы повернуты относительно координат сканирования X, Y по абсолютной величине на 45° , поэтому информативными являются обе координаты в отличие от аналогов, где информативна только координата X.

Электрические сигналы с матриц ПЗС 10 и 17 поступают в устройство управления и вычисления 5 для вычисления высоты объектов 13, располо-

женных вдоль координат X и Y . Данные, полученные при вычислении высоты одного объекта двумя световыми полосами, усредняются.

Реализация способа осуществлялась по принципиальной оптической схеме, приведенной на рис. 1. В качестве устройства управления и вычисления применен персональный компьютер (ПК), в качестве матрицы ПЗС выбран элемент фирмы CypressIBIS5-A-1300 с характеристиками: разрешение 1280x1024; частота съема 40МГц; возможность выбора интересующего региона съема (ROI); возможность съема полного изображения с разрешением 640x512.

ПК РС позволяют рассчитать от 100 до 3000 (в режиме ROI) размеров. Передача данных в ПК производится по интерфейсу Ethernet 100 Mbit до 8 МБ/сек, на микросхеме фирмы DavicomDM9000A, встроенной в ПК.

В программном модуле ПК обработки видеопотока реализованы следующие алгоритмы: приведение сканирующего пучка на матрице к равномерному; градиентный фильтр, позволяющий обнаружить отклик зондирующего пучка на матрице; центр тяжести, используется для уточнения координаты пучка с субпиксельной точностью, что обеспечивает погрешность измерений сканера 0,1 %–0,05 % от диапазона; преобразование координат пучка на матрице к Z , X в пространстве табличным методом, полученным в результате калибровки по точечному шаблону для увеличения быстродействия.

В качестве средства перемещения применены шаговые двигатели с датчиками линейных перемещений и микроконтроллером фирмы SiliconLaboratoriesC8051F410, реализующим следующие функции: управление шаговыми двигателями (двигатель X , двигатель Y); преобразование сигналов с датчиков линейных перемещений (датчик X , датчик Y) в абсолютные координаты с погрешностью 0,5 мкм; USB интерфейс с персональным компьютером.

Предложенная реализация обеспечивает возможность измерения высоты объекта над поверхностью по координатам X и Y без переориентации сканера в пространстве. При этом координата Y становится также информативной, как и координата X . Измерение высоты объектов без переориентации сканера в пространстве или переориентации подложки позволяет исключить ошибки установки и, следовательно, повысить точность измерения.

Литература

1. Пат. США № 5,028,799 МКИ⁷: G01N 21/86; G01B 11/24; НКИ: 250/561; 356/376. Метод и прибор для трехмерного измерения поверхности объекта с использованием копланарных данных из множественных датчиков/ Авторы: СалливанЧен, Центрпорт; Говард К. Стэрн, Гринлон, Уильям И. Йонеску, ДиксХиллз./ Дата издания описания изобретения патента: 2-е июля 1991 г.

2. Международная заявка РСТ, WO 2005/104658 А3 МКИ⁷: G01C 3/08, G01B 11/24, 11/30 / Метод и система для триангуляционного измерения высоты / Автор: БЕН-ЛЕВИ, Мейр / Дата международной публикации 10 ноября 2005 г.

СОСТАВ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТ-ДЕТАЛЕЙ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ КОНТАКТОВ

П. А. Борисовский, С. В. Гаврилов, Е. Н. Моос

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

Рассматривается процесс распыления ионами многокомпонентных и многофазных поверхностей при решении прикладных задач.

Ключевые слова и фразы: контакт-детали, ионизация, распыление частиц.

Для получения более полной физической картины и решения прикладных задач важно рассмотреть распыление ионами многокомпонентных и многофазных поверхностей [1]. При этом учет влияния морфологии поверхности может оказаться важным и значительно улучшить сравнение эксперимента и результатов моделирования. Сегрегация атомов мишени на поверхности может существенно усложнить этот процесс.

В серии публикаций вероятность ионизации распыляемых частиц от их энергии (скорости удаления от поверхности) определяется исходя из монотонной зависимости P^\pm и с его пределом равным единицы. Так работает модель концентрирования заряда в верхнем атомном слое поверхности, что дает увеличение потенциала сил изображения. Обнаружено, что энергетическое распределение ионов смещено по отношению к их нейтральному состоянию в сторону больших энергий на $5.44 \cdot 10^{-19}$ Дж. Из анализа этих данных следует небольшое, но закономерное отклонение расчетных данных от эксперимента.

Отметим интересные аспекты раннего исследования серии полупроводников $A^{III}B^V$, обнаруживших сложный характер энергетического распределения, который нельзя описать на основе формулы Зигмунда-Томпсона [2]. Неопределенным остается вопрос о вкладе характеристик бомбардируемой поверхности, в том числе работы выхода электрона и электронного обмена в системе поверхность – атомная частица.

Рассмотрим энергообмен из первых принципов квантовой механики на критическом интервале x_k , где бомбардирующие ионы нейтрализуются у поверхности. Время неопределенности их зарядового состояния определится через перпендикулярную составляющую скорости удаления частиц от поверхности ($V_\perp = V \cdot \cos \theta$), т. е. $t = x_k / V_\perp$. Значение скоростей найдется из максимальной энергии T_m , переданной атомам мишени массой (M_2) от первичной частицы (M_1) энергией E_1 , что даст спектр энергии частиц ΔE и скорость в виде:

$$T_m = 4 \frac{M_1 M_2}{(M_1 + M_2)^2} E_1,$$

$$V_{\perp} = \frac{1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{2T_m}{M_2}},$$

$$\Delta E = \hbar / x_k \cdot \cos \theta \cdot \sqrt{M_2} / \sqrt{2T_m}.$$

Возможно индуцирование колебаний атомов поверхности с частотой Дебая и изменение структуры поверхностного потенциала. Эти факторы могут изменить характер спектра вторичных частиц и, например, такую характеристику поверхности как ее работу выхода.

Литература

1. Васьков, Р. Е. Граничные условия в модифицированной модели желе // Р. Е. Васьков, Е. Н. Моос / Физика твёрдого тела. – Т. 37. – 1995. – С. 647.
2. Гаврилов, С. В. Проявление структурных особенностей на потенциальном барьере // С. В. Гаврилов, Е. Н. Моос / Радиотехника и электроника – Т. 55. – № 2. – 2010. – С. 241.

УДК 551.508

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОКСИДОВ АЗОТА И АЭРОИОНОВ В ВЕНТИЛЯТОРЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА

А. Е. Королёв, В. В. Васильев, Н. М. Верещагин, К. В. Шемарин

*ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»,
Рязань, Российская Федерация*

В данной работе исследуется газовый состав на выходе установки про-
качки воздуха на основе электрического ветра в коронном разряде.

Ключевые слова и фразы: вентилятор, коронный разряд, оксиды азота,
аэроионы.

Устройство состоит из электродной системы и высоковольтного блока
питания.

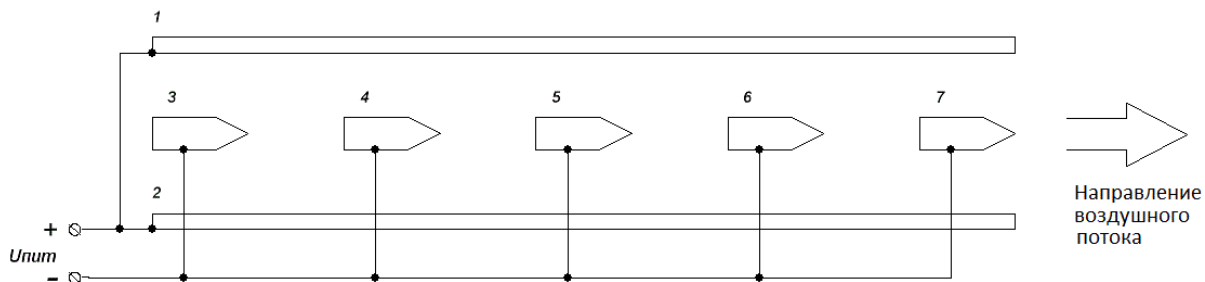


Рис. 1. Структурная схема устройства ионов (1, 2 – осадительные электроды; 3, 4, 5, 6, 7 – коронирующие электроды)

Конструкция представляет собой набор металлических электродов из нержавеющей стали (осадительные и коронирующие), которые подключены к разным полюсам источника питания (рис.1). Подробное описание установки приведено в [1].

Производится измерение оксидов азота (NO_2 , NO_x) и положительных и отрицательных аэроионов, образующихся при горении коронного разряда.

Оксиды азота NO_x могут воздействовать на организмы тремя путями: прямым контактом с организмами; через образующиеся в воздухе кислотные осадки; косвенно – путем фотохимического образования таких окислителей, как озон.

В больших концентрациях оксиды азота негативно влияют на живые организмы. Диоксид азота сильно раздражает слизистые оболочки дыхательных путей. Вдыхание ядовитых паров диоксида азота может привести к серьезному отравлению, вызывает сенсорные, функциональные и патологические эффекты. К сенсорным эффектам можно отнести обонятельные и зрительные реакции организма на воздействие NO_2 .

Приведем согласно ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (пдк) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (пдк) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Таблица 1

ПДК оксидов азота

	ПДК населенных мест		ПДК рабочей зоны мг/м ³
	Максимальная разовая, мг/м ³	Среднесуточная,	
NO	0,4	0,06	-
NO ₂	0,085	0,04	2
NO _x	-	-	5

Измерение концентраций оксидов азота и аэроионов проводились в следующих условиях: установка помещалась в неветилируемую комнату объемом 60м³, в качестве анализатора использовался Testo t350 XL, расположенный на расстоянии 2м от установки на высоте 0.6 м от пола. Установка работала в двух режимах: 1 – со скоростью потока 3м/с, производительностью 325 м³/ч (5,4 объема комнаты в час) (рис. 2) ; 2 – со скоростью потока 2м/с, производительностью 215 м³/ч (3,6 объема комнаты в час) (рис. 3).

Из графиков видно, что концентрация оксидов азота достигает своего максимального значения через определенное время в зависимости от производительности установки (для 352 м³/ч – 90 мин., а для 215м³/ч – 40 мин.).

Максимальные установившиеся концентрации оксидов азота значительно меньше ПДК для рабочей зоны.

Аэроионы – ионы газов, образующиеся в атмосфере под действием космического излучения, электрических разрядов и других факторов; униполярно заряженные аэроионы используются в аэроионотерапии.

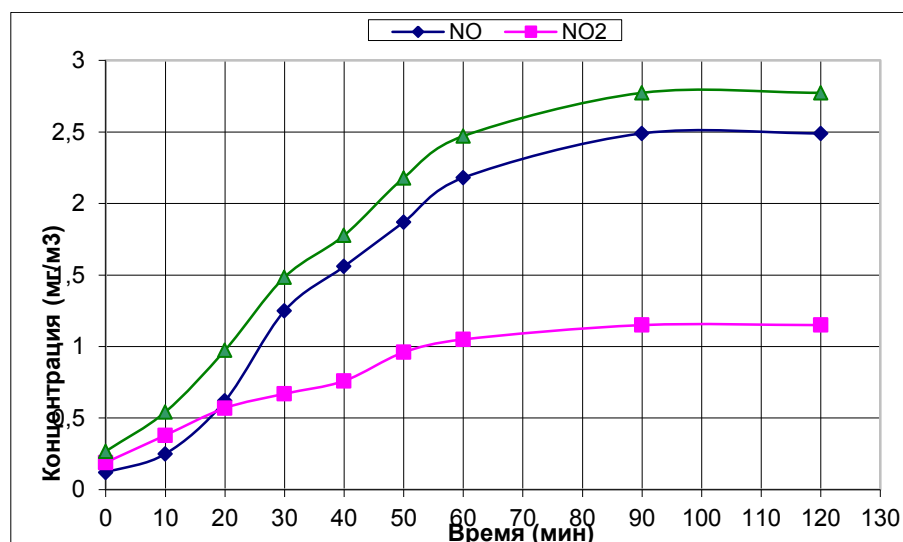


Рис. 2. Графики зависимости концентрации оксидов азота от времени при производительности установки 325 м³/ч

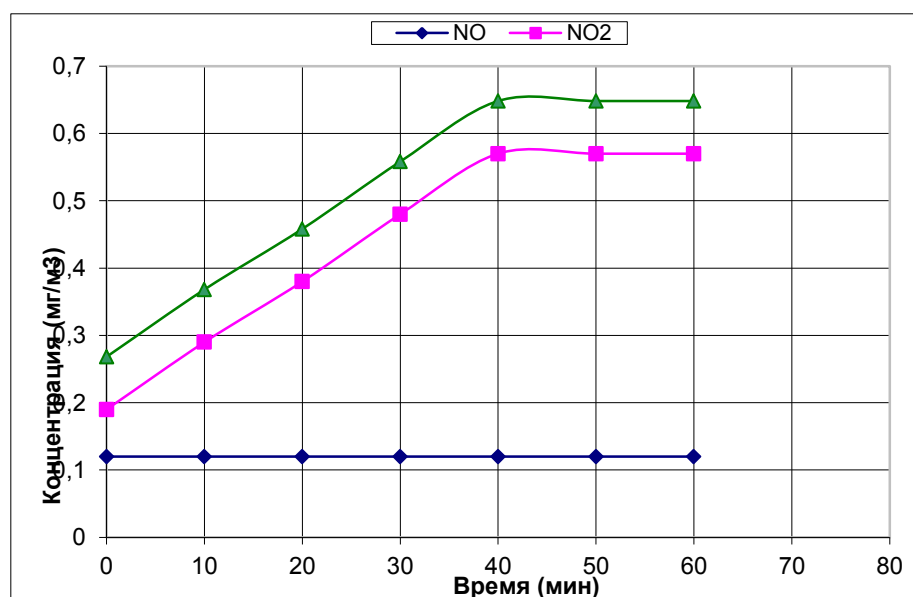


Рис. 3. Графики зависимости концентрации оксидов азота от времени при производительности установки 215 м³/ч

Ионизированный воздух является одним из наиболее важных факторов для нормального существования и развития.

В ионизированном воздухе происходила эволюция живых организмов на Земле, и он является одним из существенных условий нормального развития и поддержания жизни[2].

Согласно документу «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. СанПиН 2.2.4.1294-03» ПДК аэроионов приведены в таблице 2.

На рис. 4–5 приведены зависимости концентраций аэроионов от времени для двух производительностей установки (325м³/ч и 215м³/ч).

Нормируемые показатели аэроионного состава воздуха

Нормируемые показатели	Концентрации аэроионов, ρ (ион /м ³)	
	положительной полярности	отрицательной полярности
Минимально допустимые	$\rho^+ \geq 0,4$	$\rho^- > 0,6$
Максимально допустимые	$\rho^+ < 50$	$\rho^- \leq 50$

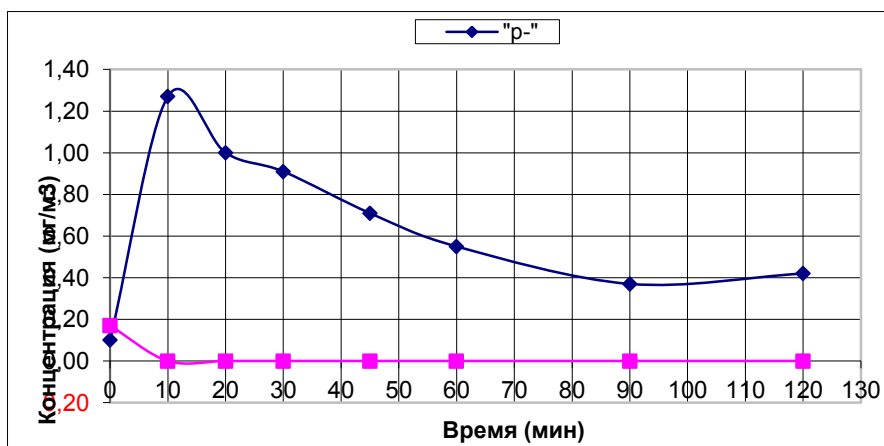


Рис. 4. Графики зависимостей концентраций аэроионов от времени для производительности 325м³/ч

Из графиков видно, концентрации аэроионов возрастает до максимального значения, не превышающего ПДК, и с течением времени уменьшается до установившегося значения.

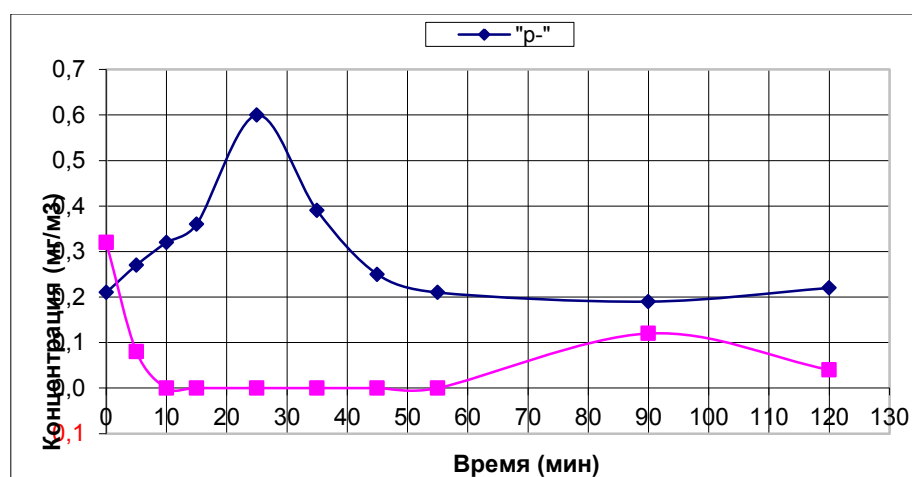


Рис. 5. Графики зависимостей концентраций аэроионов от времени для производительности 215м³/ч

Литература

1. Королев, А. Е. Эффект электрического ветра в коронном разряде и его использо-

вание в технике / А. Е. Королев, В. В. Васильев, Н. М. Верещагин, К. В. Шемарин // Фундаментальные и прикладные проблемы физики : Материалы междунар. науч.-техн. конф. – Саранск, 2012. – С. 63–66.

2. Чижевский, А. Л. Аэроионизация как физиологический, профилактический и терапевтический фактор и как новый санитарно-гигиенический метод кондиционированного воздуха / А. Л. Чижевский. – 1933. – 250 с.

УДК 533

ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА НА ОСНОВЕ РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ МОЛЕКУЛАМИ ГАЗА

В. К. Базылев, А. М. Жидков

*ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»,
Рязань, Российская Федерация*

Представлен метод измерения давления газа, основанный на рассеянии электронов молекулами газа в скрещенных электрическом и магнитном полях при индукции магнитного поля намного большей критической.

Ключевые слова и фразы: давление газа, рассеяние электронов, электрическое и магнитное поля, индукция.

Рассматриваемый метод измерения давления газа основан на рассеянии электронов молекулами газа в скрещенных электрическом и магнитном полях при индукции магнитного поля намного большей критической [1]. Манометрический преобразователь был выполнен в виде цилиндрического магнетрона с диаметром катода 10 мм, диаметром анода 14 мм, расстоянием между торцевыми электродами катода 30 мм. Эмиссия обеспечивалась освещением эмитирующей части катода площадью 49 мм^2 УФ излучением с длиной волны 254 нм через сетчатый анод. Анодное напряжение составляло 7,5 В при индукции магнитного поля 63 мТл, которая превышала критическую в 14 раз. В диапазоне давлений 10^{-1} – 10^{-7} мм рт. ст. протекание анодного тока должно происходить при рассеянии электронов на молекулах газа, а величина тока должна падать при уменьшении давления газа.

При экспериментальном исследовании метода было установлено, что при давлении ниже 10^{-5} мм рт. ст. в манометрическом преобразователе начинает преобладать ток, не связанный с рассеянием электронов на молекулах газа. Это ограничивает нижнюю границу диапазона измеряемых давлений газа. Оценим вклад возможных механизмов протекания тока, не связанного с рассеянием электронов на молекулах, в манометрическом преобразователе при данных условиях.

Один из механизмов протекания тока может быть связан с потерей энергии электронов на излучение, поскольку на эпициклоиде они движутся с

ускорением. Расчёт показал, что энергия излучаемой электроном за период циклоиды ($5,6 \cdot 10^{-10}$ с) составляет $6,3 \cdot 10^{-20}$ эВ, что существенно меньше средней начальной кинетической энергии электрона при выходе из катода (0,5 эВ). Если электрон выйдет из катода с нулевой энергией, за счёт потерь на излучение он достигнет анода только за 10^7 часов, поэтому вкладом этого механизма протекания тока можно пренебречь.

В работе [2] показано, что прохождение тока в цилиндрическом магнетроне при индукции магнитного поля большей критической не может быть объяснено наличием распределения электронов по начальным скоростям. Оно объясняется наличием конечного фронта возрастания анодного напряжения и действием на ранее вышедшие электроны вновь выходящих электронов из катода. В результате вместо двухпоточного движения электронов образуется однопоточное. Формируется облако электронов, вращающихся вокруг катода. В облаке возникают колебания пространственного заряда. Некоторым электронам передаётся энергия колебаний, достаточная для попадания на анод, что обеспечивает протекание тока.

При токе эмиссии катода 200 Па за время фронта напряжения порядка 10 нс из катода выйдет примерно 10 электронов. Это количество электронов не создаст облако пространственного заряда, в котором могут возникнуть колебания с энергией, достаточной для сообщения электрону энергии необходимой для достижения анода.

При индукции магнитного поля 63 мТл и анодном напряжении 7,5 В за время, равное периоду эпициклоиды ($5,6 \cdot 10^{-10}$ с.), при токе эмиссии катода 200 пА из катода в среднем выходит менее одного электрона. Отсюда следует, что при наличии начальных скоростей электронов, выходящих из катода, воздействие на возвращающийся на катод электрон выходящего из катода электрона можно не учитывать.

Другой возможный механизм протекания тока, не связанного с рассеянием электронов на молекулах, может быть связан с потерей энергии электроном за счёт протекания наведенного тока на измерительном резисторе внешней цепи. Максимальное значение наведённого тока при индукции магнитного поля 63 мТл, напряжённости электрического поля 0,375 В/м, межэлектродном расстоянии 2 мм составляет $4,7 \cdot 10^{-14}$ А. Период циклоиды равен $5,6 \cdot 10^{-10}$ с, сопротивление резистора равно 1 ГОм. Отсюда потеря энергии электроном равна $8 \cdot 10^{-9}$ эВ. Если считать распределение фотоэлектронов по кинетическим энергиям максвелловским, то доля электронов с энергией от 0 до $8 \cdot 10^{-9}$ эВ в фототоке составит величину порядка $3 \cdot 10^{-24}$. поэтому вкладом этого механизма можно пренебречь. Механизм протекания тока, несвязанного с рассеянием электронов на молекулах, возможен из-за накопления электронов в межэлектродном промежутке за счёт неортогональности электрического и магнитного полей. В этом случае электрон может перемещаться по направлению к торцевому электроду, с каждым периодом эпициклоиды всё более удаляясь от катода даже при наличии начальной скорости. Будет происходить накопление электронов в объёме между катодом и анодом. Взаимо-

действие электронов в электронном облаке может привести к попаданию электронов на анод, однако вклад этого механизма можно оценить только экспериментально.

Литература

1. Базылев, В. К. // Изв. РАН. Сер. Физ. – 2000. – Т. 64. – № 7. – С. 1382–1383.
2. Электронные сверхвысокочастотные приборы со скрещенными полями в двух томах / Основные элементы приборов. – Т. 1 : перевод с английского под общей редакцией М. М. Фёдорова. – М. : Издательство иностранной литературы, 1961. – 465 с.

УДК 537.52

ЧАСТОТНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЧ ЕМКОСТНОГО РАЗРЯДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

**В. Н. Савинов¹, И. Н. Егоршин², А. А. Жуков², В. Л. Ковалевский¹,
М. С. Круглов², В. Г. Якунин¹**

¹ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

² ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный
университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

Приведены результаты экспериментального изучения частотной зависимости физических свойств высокочастотного емкостного разряда низкого давления ($p < 1$ Тор) в диапазоне частот $1 \text{ МГц} \leq f \leq 15 \text{ МГц}$.

Ключевые слова и фразы: высокочастотный разряд, физические свойства высокочастотного разряда, осциллограммы.

В настоящее время высокочастотный емкостной разряд (ВЧЕР) нашел широкое практическое применение. В подавляющем большинстве случаев используется ВЧ-оборудование, работающее на фиксированной частоте $f = 13.56 \text{ МГц}$. В литературе отсутствует какое-либо обоснование необходимости применения этой частоты.

Целью настоящей работы было экспериментальное изучение частотной зависимости физических свойств ВЧЕР низкого давления ($p < 1$ Тор) в диапазоне частот $1 \text{ МГц} \leq f \leq 15 \text{ МГц}$.

Исследовался разряд в Ne в цилиндрических разрядных трубках диаметром $D = (4 - 8) \text{ см}$, длиной $d = 12 \text{ см}$ с внутренними и внешними плоскими электродами на торцах трубок, один из которых заземлялся.

В работе [1] исследовалась зависимость вольт-амперной характеристики (ВАХ) ВЧЕР как интегральной характеристики разряда от частоты ВЧ поля. Было обнаружено, что в некоторых режимах разряда при монотонном

увеличении ВЧ напряжения V_{ω} , соответствующая более низкой частоте поля ВАХ, «обгоняла» аналогичную характеристику на более высокой частоте, зависящей также от диаметра разрядной трубки D . Обнаруженное явление в работе объясняется проявлением частотной зависимости двух поддерживающих ВЧЕР физических факторов: 1) ВЧ поля, 2) импульсных приэлектродных электронных пучков. Основным фактором при относительно малых напряжениях V_{ω} является ВЧ поле (α – разряд), а при повышенных V_{ω} – электронные пучки (γ – разряд) [2].

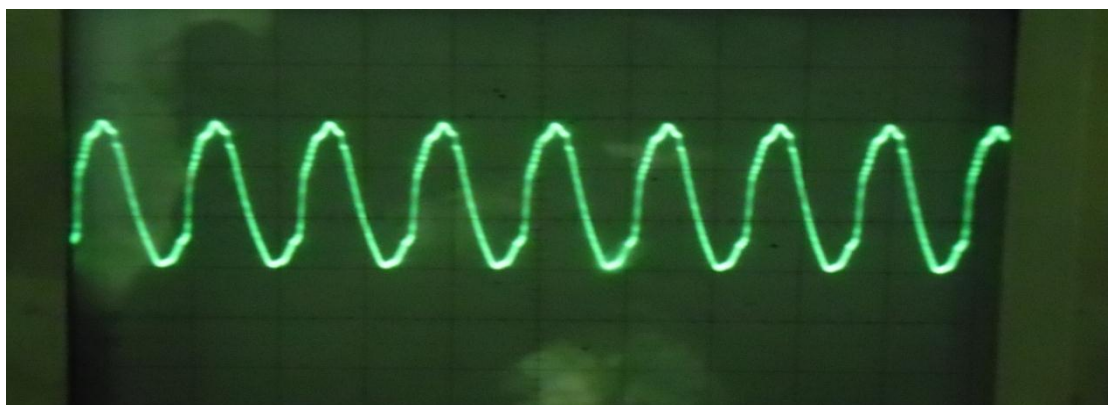
В целях исследования частотной зависимости физических свойств ВЧЕР изучалась зависимость параметров газоразрядной плазмы (плотности заряженных частиц n_e и температуры электронов T_e) от частоты ВЧ поля в работе [3].

В настоящей работе изучалась зависимость осциллограмм разрядного тока $I_{\omega}(t)$, как интегральной характеристики ВЧЕР, от частоты поля ω , амплитуды V_{ω} высокочастотного напряжения, поддерживавшего разряд, и диаметра D_a активного электрода при фиксированном диаметре D_s заземленного электрода, равном диаметру торца разрядной трубки.

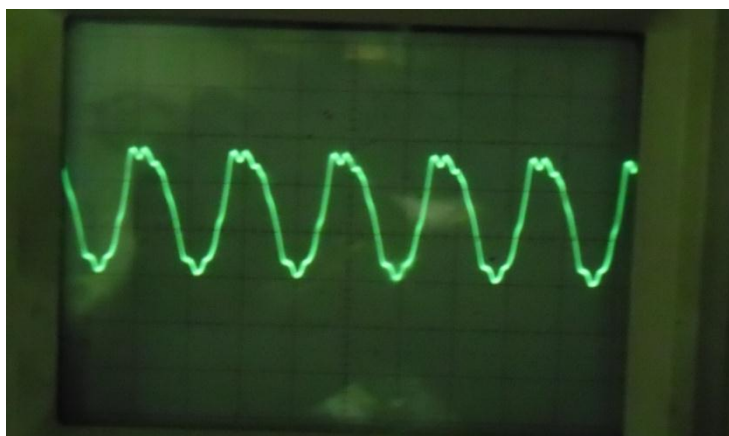
В приводящихся экспериментальных исследованиях влияние электронных пучков в поддержании ВЧЕР форсировалось уменьшением площади активного (не заземленного) электрода, что приводило к значительному увеличению плотности пучков. При этом возможно проявление двух пучковых эффектов: обогащение электронного энергетического спектра плазмы высокоэнергетичными электронами и возбуждение пучково-плазменных неустойчивостей (ППН) в плазме ВЧЕР [4].

В наших исследованиях частотная зависимость пучковых эффектов во многом обусловлена тем, что длительность существования электронных пучков в ВЧЕР равнялась полупериоду ВЧ поля $\tau_{eb} \approx \frac{\pi}{\omega}$ [2].

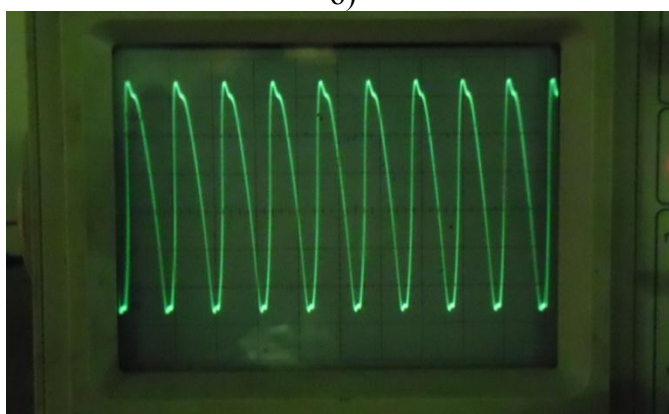
Осциллограммы тока ВЧЕР с внешними электродами ($D_a = 10$ мм, $D_s = 60$ мм) для различных частот ВЧ поля и фиксированного ВЧ напряжения приведены на рис. 1.



а)



а)

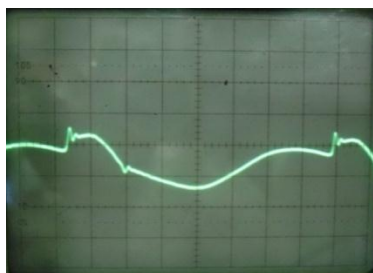


б)

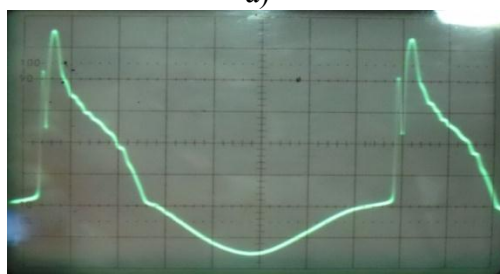
Рис. 1. Осциллограммы разрядного тока ВЧЕР. Ne , $p = 0.5$ Тор. $V_{\sim} = 1$ кВ.

а) $f = 1$ МГц, б) $f = 4$ МГц, в) $f = 7$ МГц

Осциллограммы тока ВЧЕР с внутренними электродами ($D_a = 10$ мм, $D_s = 60$ мм) для частоты ВЧ поля $f = 1$ МГц и ВЧ напряжений $V_{\sim} = 500$ В, 700 В показаны на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2. Осциллограммы разрядного тока ВЧЕР. Ne , $p = 0.5$ Тор. $f = 1$ МГц

а) $V_{\sim} = 500$ В, б) $V_{\sim} = 700$ В

Осциллограммы разрядного тока $I_-(t)$ отражают временной ход физических процессов в разрядном промежутке внутри каждого периода ВЧ поля. В условиях резко асимметричного ВЧЕР с высокими ВЧ напряжениями разрядный ток отличается значительным ангармонизмом, обусловленным эффектами собственных приэлектродных импульсных электронных пучков. Помимо интенсификации ионизационных процессов, пучки могут инициировать возникновение пучково-плазменных неустойчивостей (ППН) [5]. Последние сопровождаются генерацией высокоинтенсивных СВЧ полей, нагревающих электроны плазмы до температур $T_e \sim 10^6 - 10^7$ К. и резко усиливающих ионизационные процессы.

Пики малой длительности на осциллограммах объясняются «вспышками» возбуждения ППН, природа которых аналогична наблюдавшимся ранее в экспериментах с импульсными пучками электронных пушек в работе [6]. Параметры условий возбуждения и протекания процессов ППН в условиях ВЧЕР зависят от частоты поля, поскольку от этой частоты в значительной степени зависят параметры приэлектродных пучков и газоразрядной плазмы [2]. В ВЧЕР с внешними электродами от частоты ВЧ поля зависит величина падения ВЧ напряжения на слое диэлектрика перед разрядным промежутком.

Таким образом, частота ВЧ поля является фундаментальным параметром ВЧЕР, во многом определяющим его физический механизм и характеристики.

Литература

1. Жуков, А. А. Физические свойства емкостного высокочастотного разряда низкого давления / А. А. Жуков, В. Л. Ковалевский, М. С. Круглов, В. П. Савинов, В. Г. Якунин // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 2. – С.29–34.
2. Ковалевский, В. Л. Экспериментальное обоснование модели механизма емкостного ВЧ разряда / В. Л. Ковалевский, В. П. Савинов // Физика плазмы. – 1994. – Т. 20 – №3. – С. 322–329.
3. Жуков, А. А. Зависимость параметров плазмы емкостного высокочастотного разряда низкого давления с внешними электродами от его характеристик / А. А. Жуков, М. С. Круглов, В. П. Савинов, В. Г. Якунин // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 2. – С. 25–28.
4. Александров, А. Ф. Электронный энергетический спектр приэлектродной плазмы асимметричного емкостного ВЧ разряда низкого давления / А. Ф. Александров, А. А. Рухадзе, В. П. Савинов, И. Ф. Сингаевский // Письма в ЖТФ. – 1999. – Т. 25, в. 19. – С. 32–39.
5. Александров, А. Ф. Основы электродинамики плазмы / А. Ф. Александров, Л. С. Богданкевич, А. А. Рухадзе. – М. : Высшая школа, 1978. – 407 с.
6. Левитский, С. М. Прерывистая генерация СВЧ колебаний при плазменно-пучковом взаимодействии / С. М. Левитский, В. З. Шаповал // Радиотехн. и электрон. – 1972, № 7. – С. 1146–1451.

ПРИЭЛЕКТРОДНЫЙ ПЛАЗМОИД В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЕМКОСТНОМ РАЗРЯДЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

В. П. Савинов¹, М. С. Круглов², В. Г. Якунин¹

¹ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

² ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

Целью настоящей работы являлось экспериментальное изучение физических свойств высокочастотного емкостного разряда низкого давления с высокой плотностью приэлектродных электронных пучков.

Ключевые слова и фразы: высокочастотный разряд, физические свойства высокочастотного разряда, осциллограммы.

Исследовался высокочастотный емкостной разряд (ВЧЕР) в Ne при давлении $p = 0.5$ Тор в разрядной трубке диаметром $D = 8$ см и длиной $d = 15$ см. Частота ВЧ поля $f = 6$ МГц, амплитуда приложенного ВЧ напряжения $V_{\sim} = 2.1$ кВ. Использовались плоские внешние электроды на торцах разрядной трубки. Диаметр активного электрода равнялся 0.5 см, а заземленного – 8 см. Усредненная во времени фотография ВЧЕР приведена на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид свечения ВЧЕР. Ne , $p = 0.5$ Тор, $f = 6$ МГц, $V_{\sim} = 2.1$ кВ.

Активный электрод – справа

Активный электрод малой площади и приэлектродный плазмоид находятся справа. Перед плазмоидом наблюдается некоторое светящееся образование малых размеров. Изображение свечения ВЧЕР после обработки на компьютере с помощью уменьшения яркости и увеличения контрастности представлено на рис. 2. После обработки изображения ВЧЕР проявляется достаточно сложная пространственная структура плазмоида в виде квазисферически симметричных слоев с ярким ядром в центре плазмоида. Полученные для подобного ВЧЕР осциллограммы разрядного тока обнаруживают кратковременные пики в течение каждого периода ВЧ поля.

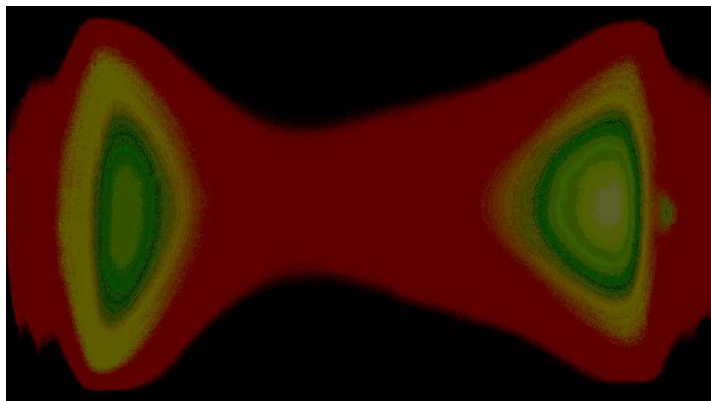


Рис. 2. Изображение свечения ВЧЕР после обработки на компьютере

Неоднократное в течение одного периода ВЧ поля кратковременное увеличение силы разрядного тока объясняется импульсным возбуждением пучково-плазменной неустойчивости в области существования плазмоида, сопровождаемым генерацией интенсивных СВЧ полей, разогревающих электроны плазмы [1]. Присутствие тепловых электронов аномально высоких энергий в плазме ВЧЕР в аналогичных условиях регистрировалось в [2].

Импульсная генерация СВЧ полей при взаимодействии внешних электронных пучков с плазмой тлеющего разряда постоянного тока наблюдалась в [3]. Объемные плазменные образования (плазмоиды) со слоевой структурой получались в традиционном пучково-плазменном разряде, создаваемом с помощью электронной пушки, в [4]. Предполагается, что аналогичная природа образования плазмоида со слоевой структурой имеет место и в исследованном ВЧЕР. Установлена частотная зависимость пространственной структуры приэлектродного плазмоида, связываемая с изменением параметров электронных пучков при разных частотах ВЧ поля, определяющих, в частности, время существования импульсных пучков в ВЧЕР. Происхождение пристеночного светящегося образования малых размеров перед плазмоидом требует дополнительных исследований.

Литература

1. Александров, А. Ф. Основы электродинамики плазмы / А. Ф. Александров, Л. С. Богданкевич, А. А. Рухадзе. – М. : Высш. шк., 1978. – 407 с.
2. Александров, А. Ф. Электронный энергетический спектр приэлектродной плазмы асимметричного емкостного ВЧ разряда низкого давления / А. Ф. Александров, А. А. Рухадзе, В. П. Савинов, И. Ф. и др. // Письма в ЖТФ. – 1999. – Т. 25, в.19. – С. 32–39.
3. Левитский, С. М. Прерывистая генерация СВЧ колебаний при плазменно-пучковом взаимодействии / С. М. Левитский, В. З. Шаповал // Радиотехн. и электрон. – 1972, № 7. – С. 1146–1451.
4. Клыков, И. Л. Энергетические характеристики взаимодействия пучка с плазмой в замкнутом объеме / И. Л. Клыков, В. П. Тараканов и др. // Физика плазмы. – 2012. – Т. 38, № 3. – С. 290–297.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ TLM МЕТОДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНТАКТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

С. В. Новицкий

*Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины,
г. Киев, Украина*

Определены пределы применения известных модификаций методов измерения контактного сопротивления с заданной погрешностью измерений, обусловленной возможностями оптической фотолитографии, применяемой при изготовлении контактных площадок.

Ключевые слова и фразы: контактное сопротивление, оптика, полупроводники, надежность.

Надежность работы полупроводниковых приборов напрямую зависит от качества омических контактов, с помощью которых прибор включается в электрическую цепь. В научных и исследовательских центрах разных стран ведутся работы по увеличению термической и радиационной стойкости омических контактов и по уменьшению их контактного сопротивления (ρ_c). В связи с уменьшением размеров активных элементов и контактного сопротивления омических контактов возникает проблема определения малой величины ρ_c с достаточно высокой точностью. Дополнительные сложности наблюдаются при учете краевых эффектов и процессов растекания тока между контактами, что требует новых технических и конструкторских решений [1, 2].

В данной работе сделана попытка определить пределы, в которых можно использовать известные модификации методов с погрешностью измерений не превышающей 5 %, обусловленной возможностями оптической фотолитографии, применяемой при изготовлении контактных площадок.

Один из самых распространенных методов измерения контактного сопротивления, учитывающий токи растекания – метод длины переноса [3]. Существует линейная (Linear Transmission Line Method – LTLM) и радиальная (Circular Transmission Line Method – CTLM) модификации этого метода, использующие контактные площадки линейной и радиальной геометрии.

Для измерения LTLM методом применяют контактную структуру, состоящую из ряда одинаковых прямоугольных контактов, размещенных на расстоянии $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$, с длиной L и шириной W , для минимизации ошибок, связанных с краевым растеканием тока, необходимо, чтобы выполнялось условие $L \ll W$. Полное измеренное сопротивление R в соответствии с [3], можно рассчитать по формуле:

$$R = 2R_c + \frac{l_i R_{SH}}{W}, \quad (1)$$

где $2R_c$ – контактное сопротивление двух контактов, между которыми пропускают ток; R_{SH} – поверхностное сопротивление полупроводникового

слоя за пределами области контакта.

В контактном сопротивлении R_c дополнительно учитывается неоднородность вытекания тока со всей площади металлического контакта, так как у края контакта линии тока сгущаются. Это учитывается формулой (2), приведенной в [4]:

$$R_c = \frac{L_T R_{SK}}{W} \coth\left(\frac{L}{L_T}\right), \quad (2)$$

где $L_T = \sqrt{\rho_c / R_{SK}}$ – длина переноса – расстояние, на котором ток уменьшается в e раз [3, 5], R_{SK} – поверхностное сопротивление слоя полупроводника непосредственно под контактом. При вжигании контакта в приконтактном слое полупроводника происходит дополнительное подлегирование, в связи с чем R_{SK} и R_{SH} не равны между собой.

Рассмотрим случай, когда $L > 2L_T$, тогда $\coth(L/L_T) \rightarrow 1$ (при $L > 5L_T$, $\coth(L/L_T) = 1$), допуская, что $R_{SK} \approx R_{SH}$, уравнение (1) с учетом упрощений примененных для (2) принимает вид:

$$R = 2 \frac{L_T R_{SH}}{W} + \frac{L R_{SH}}{W}. \quad (3)$$

Наклон зависимости $RW = f(L)$ определяет R_{SH} , точка пересечения с осью ординат даст величину $2L_T R_{SH}$, точка пересечения с осью абсцисс – $L_T = \sqrt{\rho_c / R_{SH}}$.

Удельное контактное сопротивление в этом случае определяется по формуле:

$$\rho_c = L_T^2 R_{SH}. \quad (4)$$

Из соотношения (4) видно, что величина L_T играет роль эффективной длины переноса тока от края вглубь контакта, соответственно $L_T W$, а не LW будет эффективной площадью планарного контакта.

Поскольку модель контактов одномерная и пренебрегает растеканием тока на боковых краях контакта, необходимо, чтобы $W \gg L_T$. Если, все же длина переноса больше размеров контакта, тогда необходимо использовать СТЛМ метод, который не требует дополнительных технологических процессов и измерений для устранения краевых эффектов. Использование СТЛМ исключает эффекты, связанные с протеканием тока на краях контактных площадок [2].

Существуют несколько разновидностей СТЛМ метода: набор контактов с постоянным внутренним радиусом r_1 и меняющимся внешним радиусом r_2 ; система концентрически вложенных колец; набор контактов с постоянным соотношением r_2/r_1 [1]. В случае использования контактов с постоянным внутренним радиусом вклад контактного сопротивления R_c в измеренное сопротивление R больше, чем в случае использования концентрически вложенных колец, что обусловлено малым радиусом контактов (r_1). Это способствует определению величины R_c с меньшей погрешностью. Недостатком этой разновидности СТЛМ (постоянный внутренний радиус r_1 и меняющийся

внешний радиус r_2) является необходимостью в достаточно высокой однородности контактного сопротивления по площади образца, что технологически трудно достигнуть. Оптимальным является использование схемы с постоянным соотношением r_2/r_1 , при которой вклад контактного сопротивления в измеренное сопротивление R значительно больше, чем в предыдущих контактных схемах, и не требуется высокой однородности R_c по площади образца [2]. По модели СТЛМ сопротивление, измеренное между контактами, определяется как в [1]:

$$R = \frac{R_{SH}}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{R_{SH}}{2\pi} \frac{1}{\alpha r_1} \frac{I_0(\alpha r_1)}{I_1(\alpha r_1)}, \quad (5)$$

где $I_0(\alpha r_1)$ и $I_1(\alpha r_1)$ – модифицированные функции Бесселя нулевого и первого порядков соответственно, $\alpha = (R_{SH}/\rho_c)^{1/2} = 1/L_T$.

При достаточно малых значениях r_1 , контактное сопротивление R_c , вносит основной вклад в R , что соответствует выполнению условия:

$$\alpha r_1 \ll 1 \quad (r_1/L_T \ll 1), \quad (6)$$

тогда выражение (5) принимает вид:

$$R = \frac{R_{SH}}{2\pi} \ln(r_2/r_1) + \frac{\rho_c}{\pi r_1^2}. \quad (7)$$

Из равенства уравнений (5) и (7) можно получить величину удельного контактного сопротивления ρ_c' , учитывающую модифицированную функцию Бесселя 0-го и 1-го порядков:

$$\rho_c' = \frac{R_{SH} r_1}{2\alpha} \cdot \frac{I_0(\alpha r_1)}{I_1(\alpha r_1)}. \quad (8)$$

Для определения необходимой модификаций тестовой ТЛМ структуры, при использовании которой погрешность не превышает заданную, построим зависимость абсолютной погрешности от длины линии переноса, деленной на характеристический размер, представляющий радиус контакта r_1 – для СТЛМ и расстояние между соседними контактами L – для LTLM (рис. 1).

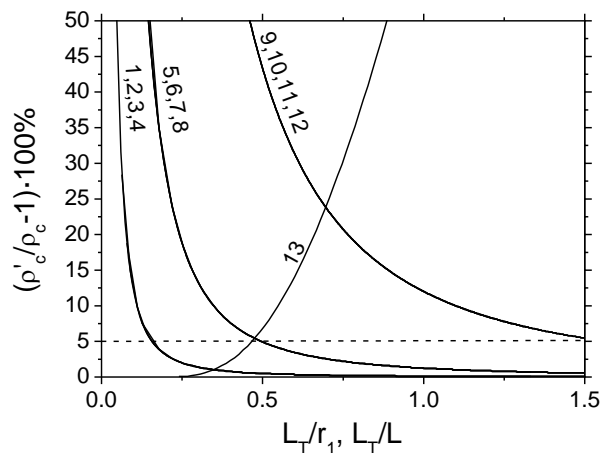


Рис. 1. Зависимость $\frac{\rho_c'}{\rho_c} - 1 = f\left(\frac{L_T}{r_1}, \frac{L_T}{L}\right)$

Линии 1–4 для СТЛМ и соответствуют $r_1=25,40,50,75$ мкм, $R_{SH}=10$

Ом·см²; 5–8 – $r_1=25,40,50,75$ мкм, $R_{SH}=100$ Ом·см²; 9–12 – $r_1=25,40,50,75$ мкм, $R_{SH}=1000$ Ом·см². Линия 13 для LTLM с $L=75$ мкм.

Из рис. 1 видно, что для СТLM пятипроцентная погрешность не превышает при $5L_T > r_1$ для $R_{SH}=10$ Ом·см² (линии 1–4), $2L_T > r_1$ для $R_{SH}=100$ Ом·см² (линии 5–8) и $2L_T > 3r_1$ для $R_{SH}=1000$ Ом·см² (линии 9–12). Для LTLM (линия 13) погрешность не превышает 5% при $L > 2L_T$.

Из представленных на рис. 1 зависимостей становятся понятными условия, при которых необходимо использовать радиальную или линейную геометрии контактов.

Так для структур с удельным сопротивлением полупроводника 10 Ом·см², характеристическое соотношение должно быть больше $0,15$ для $R_{SH}=100$ Ом·см² – $0,5$ и для $R_{SH}=1000$ Ом·см² – $1,5$, тогда погрешность не будет превышать 5%. Исходя с таких соображений, для измерения ρ_c целесообразно использовать контактную площадку, которая состоит из контактов для LTLM и СТLM методов (рис. 2).

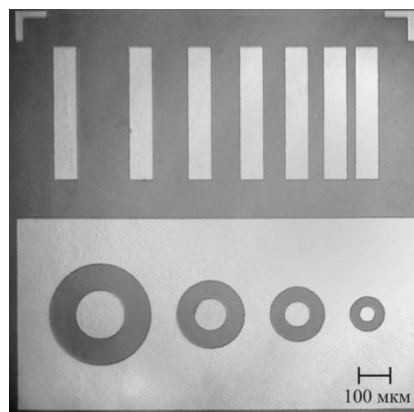


Рис. 2. Внешний вид контактной площадки с радиальной и линейной геометрией

Авторами проведена серия измерений удельного контактного сопротивления структуры Au/TiB₂/Ge/Au/n-n⁺-n⁺⁺-InP.

Фотолитография контактных площадок проводилась с использованием масок-шаблонов для линейного и радиального TLM методов измерения контактного сопротивления. Внешний вид тестовой структуры для измерения ρ_c представлен на рис. 2.

Вольт-амперные характеристики контактов, измеренные зондовым методом, оказались линейными. Из них было рассчитано удельное сопротивление полупроводника $R_{SH}=1-3$ Ом·см².

По наклону зависимости R_{SH} ($1/\pi r_1^2$) определено значение $L_T = \sqrt{\rho_c / R_{SH}} = 4-7 \cdot 10^{-3}$ см. С учетом полученной величины L_T и заданных значений характеристические соотношения будут $L_T/r_1=0,5$ для $r_1=2,5 \cdot 10^{-3}$ см и $L_T/r_1=1,6$ для $r_1=7,5 \cdot 10^{-3}$ см.

Из рис. 1 (линии 1–4) видно, что для таких значений L_T/r_1 погрешность при использовании упрощенной формулы (8) незначительна, в этом случае рациональнее использовать тестовую СТLM структуру. Величина удельного

контактного сопротивления, измеренного СТЛМ методом и рассчитанного по формуле (8), составила $\rho_c' = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$.

Показано, что для TLM метода измерения удельного контактного сопротивления на планарных контактных структурах рационально использовать совмещенные тестовые структуры с линейной и радиальной геометриями.

Литература

1. Андреев, А. Н. К вопросу об учете растекания тока в полупроводнике при определении переходного сопротивления омических контактов / А. Н. Андреев, М. Г. Растегаева, В. П. Растегаев, С. А. Решанов // ФТП. – 1998. – Т. 32, № 7. – С. 832–838.
2. Reeves G.K. Obtaining the specific contact resistance from transmission line model measurements / G.K. Reeves, H.B. Harrison // IEEE Electr. Dev. Leter. – 1982. – V. EDL-3, No. 5. – P. 111–113.
3. Berger, H. H. Models for contacts to planar devices / H. H. Berger // Sol.-State Electron. – 1972. – V. 15. – P. 145–158.
4. Lijadi, M. Floating contact transmission line modelling: An improved method for ohmic contact resistance measurement / M. Lijadi, F. Pardo, N. Bardou, J. Pelouard // Sol.-State Electron. – 2005. – No.49. – P. 1655–1661.
5. Кудрик, Я. Я. Удельное сопротивление омических контактов в структурах металл-полупроводник. / Я. Я. Кудрик // Петербургский журнал электроники. – 2010. – №1. – С. 25–40.

УДК 529

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ УПОРЯДОЧЕННЫХ ДОМЕННЫХ СТРУКТУР МАГНИТООПТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Д. В. Пьянзин, А. В. Брагин, С. В. Ильин

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Представлен алгоритм программы последовательностью шагов реализации распознавания упорядоченных структур.

Ключевые слова и фразы: алгоритмы распознавания, решетки доменов, магнитные поля, магнитооптические материалы.

Зарождение и формирование упорядоченной структуры в виде двумерных решеток доменов в магнитных материалах происходит под действием внешних магнитных и/или температурных полей. Для формирования доменных структур используется система из двух катушек. Первая создает квазистатическое магнитное поле, величина которого регулируется с помощью автоматизированного источника питания, что позволяет задавать форму пере-

магничивающего поля. Вторая микрокатушка располагается непосредственно под образцом, позволяет создавать микросекундные импульсы перемагничивающего поля. Для наблюдения доменных структур использована геометрия магнитооптического эффекта Фарадея [2], для регистрации применена USB-камера. На рис. 1 приведены изображения лабиринтных доменных структур с упорядоченными объектами.

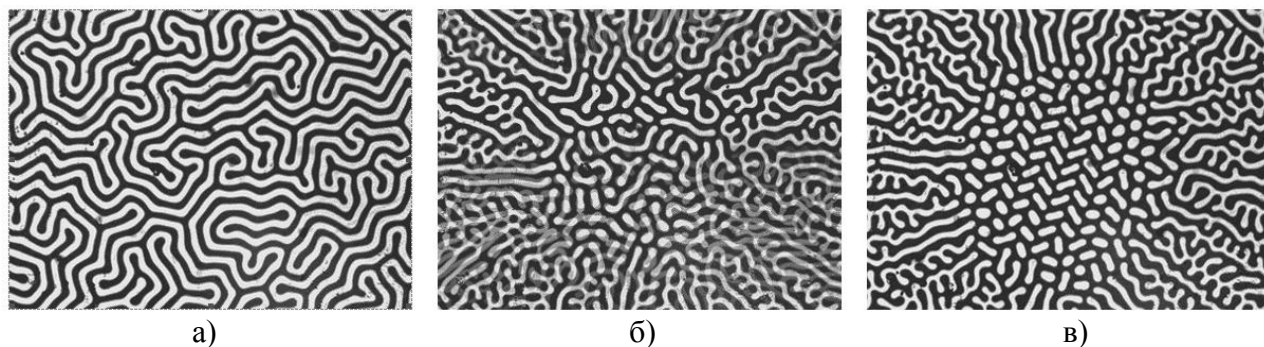


Рис. 1. Этапы формирования двумерных структур: а) равновесная, б) во время действия импульса поля, в) после окончания действия импульса поля

При исследовании магнитооптических материалов возникает необходимость анализа упорядоченных структур, содержащих большое количество разнообразных объектов, отличающихся друг от друга формой и размерами. Существуют различные типы упорядоченных доменных структур, в наших материалах наибольший интерес представляют структуры типа P_{ab2} , P_{ab6} (рис. 2).

Для распознавания наличия упорядоченной структуры на цифровой фотографии был разработан иерархический алгоритм, позволяющий реализовать процессы классификации в несколько этапов.

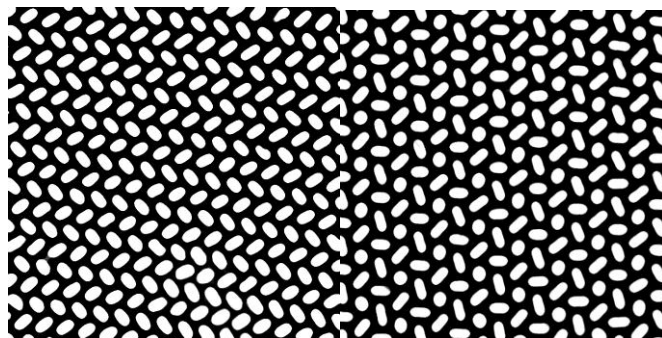


Рис. 2. Упорядоченные доменные структуры P_{ab2} , P_{ab6}

Существуют различные методы распознавания изображений: способ прямого сравнения объекта с эталонным изображением; корреляционный метод; методы распознавания на основе системы признаков и т.д. Были применены различные методы распознавания для идентификации упорядоченных доменных структур типа P_{ab2} и P_{ab6} .

Исходные изображения, полученные с помощью магнитооптической установки, подвергались цифровой фильтрации и бинаризации. После этого использовались ранее разработанные алгоритмы, выполнялось распознавание типов объектов на изображениях (круглые, эллиптические, гантелеобразные, полосовые и ветвистые) [1]. Как видно из рис. 2, структуры Pab2 и Pab6 формируются из круглых и эллиптических доменов, все остальные объекты удаляются. Далее выделяются области на выбранном для анализа изображении, где сконцентрированы указанные типы доменов. Выполнялось масштабирование этих областей и эталонных изображений и совмещения по пространственным координатам. Выбор был остановлен на корреляционном методе, в данном случае вычисляется взаимная корреляция между выделенной областью и опорными изображениями. Максимальная сумма взаимной корреляции означает, что выделенная область наиболее похожа на опорное изображение. Учитывая, что мы работаем с бинарными изображениями, был значительно сокращен объем вычислений, так как при обработке бинарных изображений перемножение сводится к простой логической операции «И». Представим алгоритм программы последовательностью шагов реализации распознавания упорядоченных структур:

1. Загружаем библиотеку с опорными изображениями упорядоченных двухмерных структур (Pab2, Pab6). Опорные изображения являются бинарными.
2. Загружаем анализируемое RGB изображение, содержащее доменные структуры, полученные магнитооптическим методом.
3. Выполняется бинаризация полученного RGB изображения.
4. Определения типов объектов представленных на изображении с помощью разработанной модели нечеткого классификатора.
5. По результатам моделирования определяем местоположение объектов, которые входят в одну из упорядоченных структур (если такие имеются). Если объекты моделью не обнаружены, то программа выдает результаты об отсутствии упорядоченных структур.
6. Если моделью обнаружены объекты, которые могут входить в упорядоченную структуру, программа выделяет область с этими объектами для дальнейшей обработки.
7. Выбранная область масштабируется с опорными изображениями для проведения операции корреляции.
8. Выполняется операция корреляции между выбранной областью и опорными изображениями. Получают набор значений корреляционной функции. При использовании среды MatLab, функция может принимать значения от 0 до 1. При 1 наблюдается максимальное правдоподобие объектов.
9. Выполняется анализ результатов корреляции, по которым алгоритм выдает результат о наличии или отсутствии упорядоченной структуры определенного типа.

Представленный алгоритм протестирован в среде MatLab и показал свою работоспособность.

Литература

1. Брагин, А. В. Алгоритм распознавания объектов в лабиринтных структурах // А. В. Брагин, Д. В. Пьянзин, М. В. Логунов / Труды РТИ им. академика А. Л. Минца. – Вып. 4 (48), 2012. – С. 46–53.
2. Летюк, Л. М. Технология материалов магнитоэлектроники / Л. М. Летюк, В. Г. Костишин, А. В. Гончар. – М. : МИСИС, 2005. – 352 с.

УДК 621.385.735

МЕТОДИКА РАСЧЁТА РАБОТЫ ВЫХОДА БАРИЕВОГО КАТОДА

В. К. Свешников, А. Ф. Базаркин, В. И. Дьяконова

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

В данной работе на основе описывается методика расчета работы выхода оксидного катода учитывающая наличие объемных донорных уровней на основе выражений приведенных ниже. Дается сопоставление расчётных и экспериментальных данных.

Ключевые слова и фразы: модель, эксперимент, полупроводники, бариев катод.

Предложенная нами методика расчета учитывает многофакторную зависимость работы выхода, его зонную структуру, а так же наличие донорных уровней и их влияние на эмиссию [1].

Рассмотрение полупроводниковой модели для объяснения температурной зависимости работы выхода оксидного катода в работе [2] ограничивалось рассмотрением положения уровня Ферми в объеме полупроводника. Однако, полная работа выхода $e\phi$ складывается из энергии Ферми μ и энергии электронного сродства χ :

$$e\phi = \mu + \chi. \quad (1)$$

Входящая в уравнение (1) энергия Ферми может быть рассчитана по формуле [3]:

$$\mu = kT \ln \left(\frac{N_c}{N_d} \right), \quad (2)$$

где k – постоянная Больцмана, T – температура, N_c – эффективная плотность состояний в зоне проводимости, N_d – концентрация объемных доноров.

Эффективная плотность состояний определяется известным соотношением:

$$N_c = 2 \left(\frac{2\pi m k T}{\hbar} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (3)$$

где m – масса электрона, \hbar – постоянная Планка.

Подставляя в (1) соотношения (2) и (3) получим выражение для расчета работы выхода катода:

$$e\varphi = \chi + kT \ln \left(\frac{2 \left(\frac{2\pi mkT}{\hbar} \right)^{\frac{3}{2}}}{N_d} \right). \quad (4)$$

Уравнение (4) учитывает наличие донорных уровней в объеме кристалла.

На основе приведенных выражений (1–4) нами составлен алгоритм расчета температурной зависимости работы выхода бариевого катода (рис. 1).

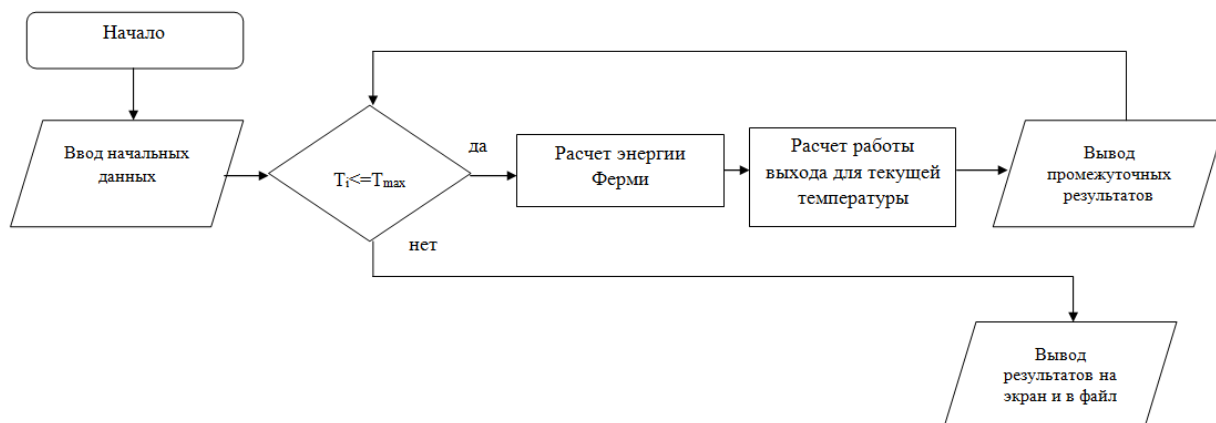


Рис. 1. Блок схема алгоритма расчета работы катода

При расчете работы выхода катода для каждой температуры вычисляется уровень Ферми по формуле (2) и на основании формулы (4) рассчитывается работа выхода.

Описанный алгоритм использован нами для расчета работы выхода катода в диапазоне рабочих температур 700 ÷ 1250 К. Расчет проводился при следующих параметрах ОК: $N_d = 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $\chi = 0,6$ эВ, заимствованных из работы [3].

В таблице приведены результаты сравнения расчета $e\varphi_a$ с экспериментальными данными $e\varphi_b$ [4].

Таблица

Температура, К	Расчет $e\varphi_a$, эВ	Эксп. $e\varphi_b$, эВ [4]	Погрешность δ_{a-b} , %
700	1,62	1,89	14
800	1,78	1,96	9
900	1,94	2,03	4
1000	2,10	2,1	0,3
1100	2,26	2,17	4,6
1200	2,43	2,24	8,7
1250	2,51	2,27	10,6

Из таблицы следует, что при увеличении температуры до 1000 К наблюдается уменьшение погрешности. Так при 700 К погрешность составляет 14 %, тогда как при $T=1250$ К она не превышает 11 %.

Расхождение между расчетными и экспериментальными данными по

нашему мнению обусловлено тем, что при расчете, значения параметров N_d , χ – предполагались независимыми от температуры.

Таким образом, предложен алгоритм расчета температурной зависимости работы выхода бариевого катода с учетом объемных донорных уровней. Сравнение расчетной зависимости $e\varphi_a$ от температуры с известными данными [4] подтверждают правильность предложенной методики расчета работы выхода бариевого катода.

Литература

1. Свешников, В. К. Моделирование процессов адсорбции и диффузии натрия в электродных покрытиях натриевых ламп / В. К. Свешников, В. И. Дьяконова, А. Ф. Базаркин // Світлотехніка та електроенергетика. – 2013. – № 1 (33). – С. 21–26.
2. Zalm, P. Thermoionic cathodes. Advan. Electron Electron. Phys. / P. Zalm. – 1968. – V. 25. – P. 211.
3. Никонов, Б. П. Оксидный катод / Б. П. Никонов. – М. : Энергия. – 1979. – 240 с.
4. Соколов, А. М. Исследование процессов активирования и дегазации свойств оксидного катода в процессе работы. Ч. I. Процессы формирования активированного катода. Режим откачки и тренировки / А. М. Соколов, Б. П. Никонов // Электронная техника. Сер. 1. Электроника СВЧ. – 1982. – Вып. 2(338). – С. 44–52.

УДК 531.8

УЧЕБНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

К. А. Турсунметов, Х. Ю. Мавлянов, У. К. Валиев, А. И. Худайбердиева

Национальный Университет имени Мирза Улугбека, Узбекистан

В настоящей работе разработана экспериментальная установка, позволяющая определить теплопроводность твердых тел, в частности, полупроводниковых и диэлектрических материалов.

Ключевые слова и фразы: эксперимент, макет, теплопроводность, полупроводники и диэлектрики.

Определение коэффициента теплопроводности твердых тел, в частности полупроводниковых и диэлектрических материалов, необходимо для научных, а также технических и технологических работ. Например, в условиях работы солнечных элементов на основе полупроводниковых материалов, важной проблемой является теплоотвод. Такая проблема существует для всех полупроводниковых приборов и элементов. В настоящей работе разработана экспериментальная, довольно простая установка [1], позволяющая определить теплопроводность твердых тел, в частности, полупроводниковых и диэлектрических материалов.

Схематический вид экспериментальной установки приведен рис. 1. Источник паров воды – цилиндр с герметизирующей крышкой из гетинакса, крышка устанавливается плотно и укрепляется болтами B_1 и B_2 . На крышке установлены клеммы K_1 и K_2 , на которых крепятся электроды \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 . Поданный по сети через K_1 и K_2 переменный ток нагревает воду в источнике для создания паров. Такая система нагрева более надёжна по сравнению с системой со спиралью, т. к. при отсутствии воды в кипятильнике процесс нагрева отключается автоматически. Сосуды C_1 и C_2 предназначены для сбора воды конденсированных паров.

Количество теплоты, протекающее за время dt через однородную перегородку толщиной dx , при разности температур dT по закону Фурье определяется формулой:

$$dQ = -\chi S \frac{dT}{dx} dt \quad (1)$$

где χ - коэффициент теплопроводности, $\frac{dT}{dx} \approx \frac{\Delta T}{\Delta x}$ – градиент температуры, S – площадь материала образца.

Количество теплоты dQ , необходимое для нагревания водной среды dQ_e , верхней части прибора-калориметра dQ_k , термометра dQ_T и мешалки dQ_m , определяется соотношением:

$$dQ = dQ_e + dQ_k + dQ_T + dQ_m + dQ_{обр.}$$

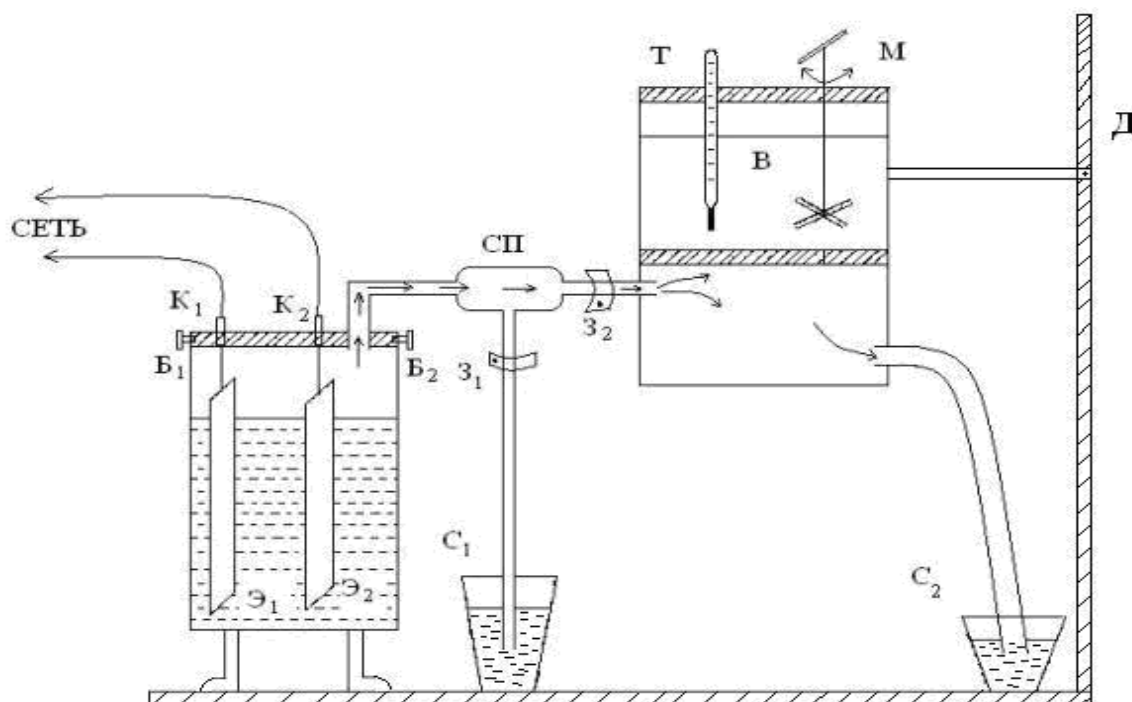


Рис.1 Схематический вид экспериментальной установки
 K_1 и K_2 - клеммы, \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 - электроды кипятильника; СП - сухопрник; C_1 и C_2 - сосуды для конденсированных паров Т - термометр; М - мешалка; Z_1 и Z_2 - зажимы для закрытия и открытия пара; B_1 и B_2 - болты для закрепления крышки источника пара.

Поскольку теплоемкость образца, термометра и мешалки намного меньше теплоемкости воды, которой заполняется верхняя часть прибора, то можно считать, что:

$$dQ \approx dQ_g + dQ_k \quad (2)$$

$$dQ_g = cm dT + c_k \cdot m_k \cdot dT. \quad (3)$$

где c – удельная теплоемкость воды, m – масса воды, c_k – удельная теплоемкость материала калориметра, m_k – масса калориметра, dT – изменение их температуры. Из уравнения теплового баланса следует, что:

$$c_k m_k dT + c m dT = \chi S \frac{\Delta T}{\Delta x} dt.$$

Отсюда получаем:

$$(m_k c_k + mc) \Delta x \frac{dT}{T_n - T} = \chi S dt. \quad (4)$$

Если во время эксперимента за время τ температура воды изменяется от T_0 до T , интегрируя уравнение (4) получаем:

$$(m_k c_k + mc) \Delta x \ln \frac{T_n - T_0}{T_n - T} = \chi S \tau. \quad (5)$$

Отсюда получим выражение для расчета удельной теплоемкости образца исследуемого материала:

$$\chi = \frac{(mc + m_k c_k) \Delta x}{S \tau} \ln \frac{T_n - T_0}{T_n - T}. \quad (6)$$

Здесь температура пара T_n определяется температурой кипения воды T_k при данном значении атмосферного давления. Для условий г. Ташкента, обычно $P=720-730$ мм. рт. ст. мм. рт. и при этом $T_n = T_k \approx 98,49-98,88$ С. В случаях, когда масса воды $m \geq 100$ г, можно сделать вышеуказанные упрощения, и для образца n – германия толщиной 3 мм определена удельная теплоемкость по этой методике на данной установке, которая составляет $\chi = (0,53 \pm 0,01) \text{ Вм/см} \cdot \text{К}$, что достаточно хорошо согласуется с известными данными. Разработанная методика для определения коэффициента теплопроводности твердых тел имеет достаточно большую точность, а экспериментальная установка проста в эксплуатации.

Литература

1. Руководство к лабораторным занятиям по физике / Под редакцией Л. Л. Гольдина. – М. : Наука, 1973. – С. 159–162.
2. Курлин, М. В. Электро-радио-материалы / М. В. Курлин, Я. И. Панова и др. – Л. : Судостроение, 1969. – 343 с.

ABSTRACTS

PHILOSOPHY AND SCIENCE: THE RELATIONSHIP PROBLEMS

G. G. Zeynalov

Abstract. The article reveals the profound problem of the relationship of philosophy and science within a single culture.

Key words and phrases: philosophy, science, interaction, knowledge, culture.

MONITORING OF QUALITY OF EDUCATION IN THE RUSSIAN FEDERATION AND UKRAINE

I. Kapustin

Abstract. The paper presents a comparative analysis of the monitoring of quality of education in the Russian Federation and Ukraine.

Key words and phrases: quality of education, monitoring of the quality of education, evaluation of educational quality; educational institutions.

USE THE VIRTUAL FRONT PANEL LAYOUT SECONDARY POWER SUPPLY SOURCE IN RESEARCH AND IN EDUCATIONAL PROCESS

V. S. Perfilev, A. A. Ivanov

Abstract. This article describes a method for constructing a virtual front panel of the example of the layout of the secondary power source. The model can be remotely controlled layout in the course of his research. Its practical implementation carried out for the secondary power source.

Key words and phrases: learning the layout, electrical engineering, experiment, a virtual model.

PRACTICAL WORK IN ASTRONOMY USING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

I. P. Kryachko

Abstract. The article indicates one of the possible ways to solve the important problem of astronomy techniques - carry out practical work in the study of astronomy in high school. The possibilities of uses for this purpose, information and communication technologies. The examples of two practical works.

Key words and phrases: information and communication technologies, the methodology of astronomy, practical work and observation.

TRAINING VIDEOS OF ELECTRICAL HIGH SCHOOL IN THE EDUCATIONAL PROCESS

S. A. Panfilov, N. R. Nekrasov

Abstract. The authors propose a way to solve this problem in training engineering students in the areas of teaching example of general professional discipline "Theory of Electrical Engineering".

Key words and phrases: video , video tutorial , training, Electrical Engineering.

PROBLEM EXPERIENCE AND PROBLEM INTRODUCTION LECTURE DEMONSTRATION EXPERIMENTS

A. Umarov , M. Kurbanov , D. A. Begmatova , C. M. Sadykova

Abstract. A number of methods to improve the efficiency of their use in achieving deep and sustained learning educational information in the course of the lecture teaching.

Key words and phrases: problem-based instruction , demgnstratsionny experiment , lecture, visual methods.

USE A MECHANICAL MODEL RUTHERFORD'S EXPERIMENTS ON THE SCATTERING OF A-PARTICLE PHYSICS EDUCATION

H. H. Abushkin , A. R. Azisov , M. A. Nuzhdin

Abstract. The developed and constructed a mechanical device that simulates the experience of Rutherford scattering α - particles. The order of staging demonstrations and experiments with the model.

Key words and phrases: model, scattering particles , Rutherford experience.

SIMULATION PHYSICAL PROCESSES AND PHENOMENA IN SPECIALIZED SOFTWARE ENVIRONMENT

T. V. Kormilitsyna, D. Yu. Kulikov

Abstract. The questions of organization and the simulation of the physical processes of different nature in specialized programs.

Key words and phrases: experiment, a computer simulation.

STUDY OF VIBRATIONAL MOTION OF THE PENDULUM OBERBECK

K. A. Tursunmetov, V. G. Makhsudov

Abstract. We describe methods to check with the pendulum Oberbeck the classroom Physics Workshop fundamental law of dynamics for the rotational motion of Steiner 's theorem to determine the moment of inertia of the pendulum Oberbeck , study the patterns of oscillatory and damped oscillatory motion.

Key words and phrases: pendulum oscillation, moment of inertia, physical workshop.

INTEGRATIVE METHOD FOR STUDYING THE ALBUM "OSCILLATIONS" PHYSICS COURSE

K. A. Tursunmetov, A. I. Khudayberdiyeva, V. G. Maxudov

Abstract. The branch of physics "Vibrations " is complex in its theoretical mathematical and practical aspects . The number of hours allocated for this unit, is small, so in this paper we propose an integrative method of studying this section with innovative techniques.

Key words and phrases: methods of physics, integrative learning , oscillations and waves.

ELECTRONIC ENGINEERING IN SEMICONDUCTOR PHYSICS AND SEMICONDUCTOR DEVICES

H. Yu. Mavlyanov, K. A. Tursunmetov, U. K. Valiev

Abstract. Presented electronic manuals designed to study the physics of semiconductors and semiconductor devices and conducting computer simulations . Compiled by electronic means are used for teaching undergraduate students.

Key words and phrases: online tutorials, virtual labs , semiconductor physics.

DEVELOPING DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING THE TEMPERATURE PN- LED JUNCTION IN ACTUAL USE

A. A. Kositsyn, A. B. Myshonkov

Abstract. We discuss the method of determining the temperature of some transitions LED.

Key words and phrases: crystals , LED lighting fixtures.

ON THE MEASUREMENT OF LEDS LIGHTING CHARACTERISTICS

T. A. Chuvatkina

Abstract. The results of the measurements of the average intensity LED indicator LEDs on the method of calibration photometer.

Key words and phrases: lighting fixtures, LED photometer calibration.

DEVELOPMENT OF MEASURING COMPLEX FOR THE CONTROL AMOUNT OF MERCURY IN FLUORESCENT LAMPS

A. A. Gorbunov, V. S. Ruzmanov, A. Fedorenko

Abstract. Described modern compact measuring system for determining the amount of mercury in fluorescent lamps . In order to increase the quality of the measurement results to the test apparatus for monitoring the amount of mercury in fluorescent tubes, it was decided to improve it by replacing the recording device firmware modern measuring means.

Key words and phrases: measurement system , fluorescent lighting.

TWO-COORDINATE METHOD OF MEASURING HEIGHT MICROSCOPIC

V. V. Buryak, V. N. Ilyin , V. A. Selyantev

Abstract. The authors developed a method to measure the solder bumping , which increases the precision measurement of height of the object. A distinctive feature of the method - simultaneous scanning of objects with two specially -oriented stripes of light.

Key words and phrases: micro-object , the measurement of the scanner.

SURFACE OF THE CONTACT DETAILS MAGNETICALLY OPERATED CONTACTS

P. Borisov, S. V. Gavrilov, E. N. Moos

Abstract. The process of ion sputtering of multi-component and multi-phase surfaces in the solution of practical problems.

Key words and phrases: contact details , the ionization of sputtered particles.

STUDY OF NITROGEN OXIDE IONS IN THE FAN AND CORONA DISCHARGE

A. E. Korolev, V. Vasiliev, N. Vereshchagin, K. V. Shemarin

Abstract. In this paper, we study the gas composition at the outlet of the pumping air through the electric wind in a corona discharge.

Key words and phrases: fan, corona discharge , nitrogen oxides, air ions.

MEASURING GAS PRESSURE BASED ON GAS SCATTERING OF ELECTRONS BY MOLECULES

V. K. Bazylev , A. M. Jidkov

Abstract. Presented a method to measure the gas pressure based on the scattering of electrons by gas molecules in crossed electric and magnetic fields in the magnetic field is much more critical.

Key words and phrases: gas pressure , the scattering of the electrons , the electric and magnetic field induction.

FREQUENCY DEPENDENCE OF PHYSICAL PROPERTIES RF CAPACITIVE DISCHARGE LOW PRESSURE

V. P. Savinov, I. Egorshin, A. A. Zhukov, V. L. Kovalevsky, M. S. Kruglov, V. G. Yakunin

Abstract. The results of an experimental study of the frequency dependence of the physical properties of high-frequency capacitive discharge of low pressure in the frequency range of 1 MHz 15 MHz.

Key words and phrases: high-frequency discharge, the physical properties of high-frequency discharge waveform.

PLASMOIDS IN THE NEAR-ELECTRODE HIGH-FREQUENCY CAPACITIVE LOW-PRESSURE DISCHARGE

V. P. Savinov, M. S. Kruglov, V. G. Yakunin

Abstract. The purpose is the experimental study of the physical properties of high-frequency capacitive discharge of low pressure high-density electron beams near the electrodes.

Key words and phrases: high-frequency discharge , the physical properties of high-frequency discharge waveform.

FEATURES OF THE METHOD FOR MEASURING TLM CONTACT RESISTANCE

S. Nowicki

Abstract. The limits of application of the known modifications of methods of measurement of contact resistance with a given measurement error due to the possibility of optical lithography, used in the manufacture of contact pads.

Key words and phrases: contact resistance, optics, semiconductors, and reliability.

RECOGNITION ALGORITHM ORDERED DOMAIN STRUCTURES MAGNETO-OPTICAL MATERIALS

D. V. Pyanzin, A. Bragin, S. V. Ilyin

Abstract. The algorithm of the program sequence of steps of the recognition of ordered structures.

Key words and phrases: recognition algorithms, a lattice of domains, magnetic fields, magneto-optical materials.

CALCULATION OF OUTPUT THE CATHODE OF A BARIUM

V. K. Sveshnikov, A. F. Bazarin, V. I. Dyakonova

Abstract. This paper describes a technique based on the calculation of the work function of the oxide cathode takes into account the presence of bulk donor levels on the basis of the following expressions. We give a comparison of the calculated and experimental data.

Key words and phrases: model, experiment, semiconductors, Bariev cathode.

PILOT TRAINING SYSTEM FOR DETERMINING THERMAL CONDUCTIVITY OF SEMICONDUCTOR AND DIELECTRIC MATERIALS

K. A. Tursunmetov, H. Yu. Mavlyanov, U. K. Valiev, A. I. Khudayberdiyeva

Abstract. In this paper we developed an experimental setup that allows you to determine the thermal conductivity of solids, in particular, semiconductor and dielectric materials.

Key words and phrases: experiment, layout, thermal conductivity, semiconductors and insulators.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абушкин Харис Хамзеевич

Кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Азисов Азамат Равильевич

Студент 3 курса ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Базаркин Александр Федорович

Аспирант кафедры физики и методики обучения физике ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Базылев Виктор Кузьмич

Кандидат технических наук, доцент кафедры электронной техники и технологии, ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», Рязань, Российская Федерация

Бегматова Дилфуза Абуллажоновна

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей физики физического факультета, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Борисовский Петр Андреевич

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электронной техники и технологии ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина», г. Рязань, Российская Федерация

Брагин Анатолий Валерьевич

Старший преподаватель кафедры радиотехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Буряк Владимир Владимирович

Кандидат технических наук, доцент кафедры метрологии, стандартизации и сертификации светотехнического факультета ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Валиев У. К.

Преподаватель кафедры общей физики физического факультета, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Васильев Владимир Владимирович

Преподаватель кафедры промышленной электроники ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань, Российская Федерация

Верещагин Николай Михайлович

Кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной электроники ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань, Российская Федерация

Гаврилов Сергей Викторович

Преподаватель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина», г. Рязань, Российская Федерация

Горбунов Алексей Алексеевич

Старший преподаватель кафедры светотехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Дьяконова Валентина Ивановна

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физике ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Егоршин Иван Николаевич

Преподаватель ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

Жидков Александр Михайлович

Преподаватель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань, Российская Федерация

Жуков Александр Александрович

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

Зейналов Гусейн Гардашевич

Доктор философских наук ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Ильин Виктор Николаевич

Доктор технических наук, заведующий лабораторией Института физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Ильин Сергей Владимирович

Аспирант, институт физики и химии ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Капустин Игорь Вячеславович

Заведующий Центра мониторинга качества образования, соискатель Харьковского национального педагогического университета имени Г. С. Сковороды, г. Харьков, Украина

Ковалевский Владимир Леонидович

Кандидат физико-математических наук, научный сотрудник кафедры физической электроники ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Кормилицына Татьяна Владимировна

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Королёв Андрей Евгеньевич

Аспирант кафедры промышленной электроники ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань, Российская Федерация

Косицын Артем Андреевич

Аспирант кафедры источников света, светотехнический факультет ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Круглов Максим Сергеевич

Инженер кафедры физики ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

Крячко Иван Павлович

Научный сотрудник, Институт педагогики Национальной академии педагогических наук Украины, г. Киев, Украина

Куликов Денис Юрьевич

Студент 3 курса ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Курбанов Мирзаахмат

Доктор педагогических наук, профессор кафедры общей физики физического факультета, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, Республика Узбекистан, город Ташкент

Мавлянов Х. Ю.

Преподаватель кафедры общей физики физического факультета, Национальный университет Узбекистана, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Махсудов В. Г.

Преподаватель кафедры общей физики физического факультета, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Моос Евгений Николаевич

Доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина», г. Рязань, Российская Федерация

Мышонков Александр Борисович

Инженер кафедры светотехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Некрасова Нинель Романовна

Кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Новицкий Сергей Вадимович

Аспирант, Институт физики полупроводников им. В. Е. Лашкарева НАН Украины, г. Киев, Украина

Нуждин Михаил Александрович

Студент 3 курса ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Панфилов Степан Александрович

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и общей электротехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Перфильев Владимир Сергеевич

Преподаватель, Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, г. Москва, Российская Федерация

Иванов Александр Александрович

Преподаватель, Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики, г. Москва, Российская Федерация

Пьянзин Денис Васильевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Рузманов Владимир Сергеевич

Преподаватель ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Савинов Владимир Павлович

Доктор физико-математических наук, доцент кафедры физической электроники физического факультета ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Садыкова Шохида Мирзаахмадовна

Соискатель кафедры «Общая физика», Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Свешников Виктор Константинович

Член-корреспондент АЭН Российской Федерации, доктор технических наук, профессор кафедры физики и методики обучения физике ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Селянтьев В. А.

Аспирант, ГНУ «Институт физики» Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Беларусь

Турсунметов К. А.

Доктор физико-математических наук, профессор, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Умаров Абдусалом Вахитович

Доктор технических наук, профессор кафедры общей физики физического факультета, Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Федоренко Анатолий Степанович

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой источников света ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Худайбердиева А. И.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улунбека, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Чуваткина Татьяна Александровна

Аспирант кафедры источников света ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация

Шемарин Кирилл Владимирович

Преподаватель кафедры промышленной электроники ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань, Российская Федерация

Якунин Валерий Георгиевич

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник кафедры физической электроники физического факультета ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

СОДЕРЖАНИЕ

№ 3 / 2013 г.

ОТ РЕДАКЦИИ	3
--------------------------	----------

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Философия и наука: проблемы взаимосвязи <i>Зейналов Г. Г.</i>	4
--	---

Мониторинговые исследования качества образования в Российской Федерации и Украине <i>Капустин И. В.</i>	9
---	---

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Использование виртуальной лицевой панели макета источника вторичного электропитания при проведении исследований и в учебном процессе <i>Перфильев В. С., Иванов А. А.</i>	18
--	----

Выполнение практических работ по астрономии с использованием информационно-коммуникационных технологий <i>Крячко И. П.</i>	22
--	----

Обучающие видеофильмы по электротехнике в учебном процессе вуза <i>Панфилов С. А., Некрасова Н. Р.</i>	26
---	----

Проблемный опыт и проблемное введение лекционного демонстрационного эксперимента <i>Умаров А. В., Курбанов М., Бегматова Д. А., Садыкова Ш. М.</i>	29
--	----

Использование механической модели опытов Резерфорда по рассеянию α -частиц в обучении физике <i>Абушкин Х. Х., Азисов А. Р., Нурждин М. А.</i>	32
---	----

Имитационное моделирование физических процессов и явлений в специализированных программных средах <i>Кормилицына Т. В., Куликов Д. Ю.</i>	36
---	----

Изучение колебательного движения маятника Обербека <i>Турсунметов К. А., Махсудов В. Г.</i>	41
Интегративная методика изучения раздела «Колебания» курса физики <i>Турсунметов К. А., Худайбердиева А. И., Махсудов В. Г.</i>	43
Электронные разработки по физике полупроводников и полупроводниковых приборов <i>Мавлянов Х. Ю., Турсунметов К. А., Валиев У. К.</i>	47

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Разработка устройства и методики для определения температуры <i>p-n</i> -перехода светодиода в реальных условиях эксплуатации <i>Косицын А. А., Мышонков А. Б.</i>	51
К вопросу о измерении светотехнических характеристик светодиодов <i>Чуваткина Т. А.</i>	53
Разработка измерительного комплекса для контроля количества ртути в люминесцентных лампах <i>Горбунов А. А., Рузманов В. С., Федоренко А. С.</i>	55
Двухкоординатный метод измерения высоты микрообъектов <i>Буряк В. В., Ильин В. Н., Селянтьев В. А.</i>	58
Состав поверхности контакт-деталей магнитоуправляемых контактов <i>Борисовский П. А., Гаврилов С. В., Моос Е. Н.</i>	62
Исследование концентраций оксидов азота и аэроионов в вентиляторе коронного разряда <i>Королёв А. Е., Васильев В. В., Верещагин Н. М., Шемарин К. В.</i>	63
Измерение давления газа на основе рассеяния электронов молекулами газа <i>Базылев В. К., Жидков А. М.</i>	68
Частотная зависимость физических свойств ВЧ емкостного разряда низкого давления <i>Савинов В. Н., Егоршин И. Н., Жуков А. А., Ковалевский В. Л., Круглов М. С., Якунин В. Г.</i>	69

Приэлектродный плазмоид в высокочастотном емкостном разряде низкого давления <i>Савинов В. П., Круглов М. С., Якунин В. Г.</i>	73
Особенности применения ТЛМ метода для измерения контактного сопротивления <i>Новицкий С. В.</i>	75
Алгоритм распознавания упорядоченных доменных структур магнитооптических материалов <i>Пьянзин Д. В., Брагин А. В., Ильин С. В.</i>	79
Методика расчета работы выхода бариевого катода <i>Свешников В. К., Базаркин А. Ф., Дьяконова В. И.</i>	82
Учебная экспериментальная установка для определения теплопроводности полупроводниковых и диэлектрических материалов <i>Турсунметов К. А., Мавлянов Х. Ю., Валиев У. К., Худайбердиева А. И.</i>	84

ABSTRACTS	88
------------------------	----

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	93
----------------------------------	----

Подписка

Осуществляется подписка на научно-методический журнал
«Учебный эксперимент в образовании».

Журнал выходит 4 раза в год, распространяется только по подписке.
Подписчики имеют преимущество в публикации научных работ.

На журнал можно подписаться в почтовых отделениях. Индекс для
подписки в каталоге «Почта России» – 31458.

Подписная цена на полугодие – 346 руб. 62 коп.

По всем вопросам подписки и распространения журнала обращаться
по адресу: 430007, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, каб. 221.
Тел.: (8342) 33-92-82;
тел./факс: (8342) 33-92-67;
эл. почта: edu_exp@mail.ru

Подписано в печать

Формат 70x100 1/16. Печать ризография.

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 15,5.

Тираж 200 экз. Заказ № .

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт
им. М. Е. Евсевьева»

Редакционно-издательский центр

430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 11 а
