

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
∞
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
∞
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

2/2013

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический рецензируемый журнал

№ 2 2013 апрель-июнь

Основан в марте 1997 г.

Выходит 4 раза в год

ISSN 2079-875X

Издание журнала одобрено
МИНИСТЕРСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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. В. 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

Ответственность за аутентичность цитат, приводимых имен и дат, а также за точность употребляемой терминологии несут сами авторы. 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. ОГАРЕВА»
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 101.1:316

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ АСПЕКТ ГРАНИЦЫ*

С. С. Котова

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

Статья посвящена рассмотрению понятия «виртуальная реальность» не только как фактора масштабных изменений, но и как выражения современных культурных тенденций и определения социально-культурных границ виртуальной реальности.

Ключевые слова и фразы: виртуальная реальность, граница, общество, культура.

Виртуальная реальность – технология, которая зародилась в 60-х гг. XX века на стыке исследований в области трехмерной компьютерной графики и человеко-машинного взаимодействия. Это не просто очередная компьютерная технология. Виртуальная реальность принадлежит к тем знаковым достижениям науки и техники, с появлением которых связывают изменения во многих областях человеческой деятельности, в массовом сознании.

Виртуальная реальность побуждает переосмыслить проблему соотношения символа и образа, конкретно-чувственного и абстрактно-рассудочного познания, оценить роль воображения и фантазии, формирует новые телесные практики и новые культурные границы человеческого тела. Уже сегодня виртуальная реальность оказывает влияние на поведение в реальном мире. Исследуя данную технологию, мы приоткрываем загадки бытия, изучаем самих себя – наше тело, разум и чувства, а также обнаруживаем изменение современной культуры.

Виртуальная реальность – технология конструирования искусственных миров, которые могут поспорить по достоверности с миром реальным. Виртуальная реальность настойчиво предлагает сформулировать заново извечные вопросы. Что такое реальность? Как мы познаем? Как мир вокруг нас

* 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».

соотносится с нашими ощущениями и представлениями? Где проходит граница между культурой и натурой, искусственным и природным?

Каждая технология является воплощением идеологией общества, скорее даже идейной инвестицией общества в собственное ближайшее будущее, поэтому виртуальную реальность можно рассматривать не только как фактор масштабных изменений, но и как выражение современных культурных тенденций.

Первыми культурный потенциал виртуальной реальности оценили разработчики этой технологии, в частности Дж. Ланье, У. Брикен, М. Крюгер.

В начале 90-х годов прошлого века виртуальной реальностью заинтересовались философы, культурологи, искусствоведы, социологи и психологи. Считается, что термин *виртуальная реальность* (*virtual reality*) в современном значении впервые употребил и выпустил в свет в конце 80-х годов XX века Дж. Ланье.

Словари расходятся в определениях терминов *виртуальный*, *виртуальная реальность*. Первый термин часто отождествляется с *потенциальным*, а *виртуальная реальность* понимается как *психологическая реальность измененного состояния сознания* (сон, галлюцинации, опьянение и т. д.). Свои современные значения обе составляющие термина получили еще в средневековой схоластике. Представляется неслучайным, что этимология слов *виртуальный*, *виртуальная реальность*, с помощью которых мы пытаемся рассмотреть современную культуру, отсылает нас в эпоху Средневековья – сравнение настоящего времени со Средними веками стало весьма распространенным [1].

Если же рассматривать социокультурный аспект виртуальной реальности, то, на наш взгляд, уместно выделить его социальный и эстетический компоненты. Исследователями *социальной виртуальной реальности* отмечается, что виртуальное измерение приобретает всякое пространство культуры, создаваемое различного рода симуляциями, когда присутствует подмена социальной реальности виртуальной. Подчеркивается, что виртуальная реальность даже и не предполагает реальных действий или преобразований, для ее существования вполне достаточно их симуляции. Под процессом виртуализации общества понимается процесс симуляции социальной реальности, обусловленный особенностями современного общественного развития. В частности, М. С. Кунафин замечает, что виртуализация реальности сопровождается созданием определенного стереотипа личности, который придерживается определенных стандартов поведения, образа жизни. Для воспроизводства такого человека необходимо лишить его оснований, которые мешают лепить из него необходимое виртуальное «Я» [3, с. 381].

С эстетической точки зрения понятие *виртуальная реальность* активно используется для осмысления процессов, которые протекают в искусстве. Представители данного направления проводят аналогии между генезисом искусства и развитием современной информационной среды. С данных позиций, само возникновение виртуальной реальности считается продолжением

процесса символизации искусства. Последнее рассматривается как особое пространство, где художественные формы (отпечатки реального мира) организуются по более пластичным и свободным принципам, чем законы материального мира. Подчеркивается, что общность виртуальной реальности и искусства заключается в том, что и то, и другое выводят человека из его собственного пространства-времени и погружают в иное пространственно-временное образование.

Представляется возможным выделение следующих социокультурных свойств виртуальной реальности – достоверность зрительного восприятия, интерактивность, роль симуляции, темпоральность и каузальность виртуального мира. Рассмотрим перечисленные свойства подробнее.

Экологическая концепция зрительного восприятия Дж. Гибсона вносит существенный вклад в понимание иммерсивных механизмов виртуальной реальности. Суть экологического подхода состоит в том, что зрительное восприятие рассматривается как процесс активного вычерпывания информации из окружающего мира, который в свою очередь предстает не как поле пассивного наблюдения, а как поле деятельности. Таким образом, субъект в акте восприятия действует в экологическом мире, который не противостоит человеку, а конформно дополняет его [2, с. 125].

Различие между имитацией и симуляцией является фундаментальным для понимания виртуальной реальности. Если имитация воспроизводит уровень внешнего сходства, то симуляция соответствует уровню модельного, функционального сходства. Различные примеры (научные исследования, СМИ, техника, современное искусство) показывают, что симуляцию можно рассматривать как парадигму эпохи, которая находит в виртуальной реальности свое наиболее яркое и наглядное воплощение.

Интерактивность – возможность активного взаимодействия с искусственным пространством, важнейшее свойство виртуальной реальности. Превращение зрителя, читателя и наблюдателя в сотворца, влияющего на становление произведения и испытывающего при этом эффект обратной связи, формирует новый тип эстетического сознания. Модификация эстетического созерцания, эмоций, чувств, восприятия связана с шоком проницаемости эстетического объекта, утратившего границы, целостность, стабильность и открывшегося воздействию.

К ключевым социокультурным свойствам виртуальной реальности принадлежат специфические свойства: темпоральность и каузальность. Время виртуальной реальности обратимо – там нет точки невозврата. Любое действие можно отменить, вернуться на несколько шагов назад, сохраниться и начать все заново. Более того, обратимость и динамика виртуальной реальности приводят к возникновению новой каузальной логики: причина и следствие могут не только исчезать, но и меняться местами [4, с. 64]. Новая культура работает с презумпцией обратимости, она всегда оставляет возможность вернуться, в отличие от сакральных культур, которые зачеркивают обратимость как нулевой факт. Отсутствие точки невозврата в виртуальном про-

странстве приводит к тому, что все различия нивелируются: нет больше высокого и низкого, вечного и сиюминутного и т. д. Обратимость времени и действий может способствовать обратимости моральных ценностей. Один из возможных положительных эффектов обратимости состоит в том, что человеческая деятельность приобретает более свободный, смелый, экспериментаторский характер. Однако отсутствие точки невозврата, обратимость виртуального опыта может породить определенный сдвиг в аксиологических установках индивида, в частности снизить ценность человеческой жизни. Вероятно, наиболее ярким и одновременно драматическим примером таких изменений становится восприятие военных действий нашими современниками как разновидности игры.

Виртуальная реальность позволяет реализовать самые фантастические желания человека, исполнение которых в реальной жизни невозможно в силу действия физических законов. Речь идет не только о расширении границ творчества, но и о получении удовольствия от новых ощущений, например, человек может виртуально испытать наслаждение от полета – чувства, которое было доступно ему лишь во сне. С другой стороны, человек сможет конструировать такие виртуальные миры, где сможет удовлетворять свои желания, исполнение которых в реальной жизни невозможно в силу действия социальных законов. Поэтому возникает проблема нахождения способов контроля и регулирования процесса конструирования подобных реальностей.

Другой важной проблемой, связанной с использованием компьютерных технологий виртуальной реальности, является опасность возможности полного растворения пользователя в киберпространстве, от чего не перестают предостерегать голоса противников виртуальных технологий. Не будет ли пребывание в виртуальной реальности настолько доступным и притягательным, что реальный мир с его несовершенством, исканиями и тревогами начнет сдавать свои позиции симулятивному фантазмагорическому миру? Вопрос является очень актуальным. Встает и вопрос о смешении реальностей. Проблема различения реальностей становится чрезвычайно сложной и выводит на классический вопрос об объективном существовании окружающего мира, о том, что есть объективная реальность.

Виртуальная реальность все чаще становится средой коммуникаций, формой приобретения опыта и социализации индивида, поэтому мы можем ожидать прогрессирующего влияния указанных выше свойств на повседневность. Очевидно, что дальнейшее проникновение технологии виртуальной реальности в нашу повседневную жизнь приведет как к трансформации уже существующих видов культуры и искусства (например, литературы, кино), так и к созданию совершенно новых. Как сегодня существуют инсталляция, перформанс, акция, хэппенинг, реди-мейд, которых не знали в XIX–XX веках, так и в XXI веке возникнет новый вид или виды искусства, опирающиеся на использование потенциала технологий виртуальной реальности, со своими особенностями и критериями оценки, жанрами и направлениями, публикой и критикой.

Литература

1. Антология мировой философии: Античность / отв. Ю. Г. Хацкевич. – Минск : Харвест; М. : АСТ, 2001. – 960 с.
2. Гибсон, Дж. Экологический подход к зрительному восприятию / Дж. Гибсон. – М. : Прогресс, 1988. – 464 с.
3. Зейналов Г. Г. Поиски новой рациональности в науке / Г. Г. Зейналов // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 2. – С. 5–12.
4. Кунафин, М. С. Концепции современного естествознания / М. С. Кунафин. – Уфа, 2003. – 485 с.
5. Наседкина, Ю. В. Компьютерные виртуальные реальности как феномен современной культуры : дис. ... канд. культурологических наук / Ю. В. Наседкина. – СПб., 2005. – 156 с.

УДК 331

ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Г. А. Крицкая, А. М. Котков

*Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский гуманитарный институт»,
г. Саранск, Российская Федерация*

Авторами статьи проведен анализ оплаты труда в зарубежных странах. Материалы исследования могут быть использованы при организации факультативных курсов для студентов экономических специальностей вузов.

Ключевые слова и фразы: заработная плата, оплата труда, доход, инфляция, индексация.

Защита заработной платы и других доходов населения от инфляции – одно из важнейших направлений их регулирования. Для выработки определенной политики на каждом этапе развития экономики необходимо хорошо представлять себе его суть. На первый взгляд кажется, что защита доходов от инфляции нужна только доходополучателям – наемным работникам, пенсионерам, студентам и т. п. Более того, многие убеждены, что падение реального содержания доходов выгодно для всех, кто вышеназванные доходы выплачивает: ведь расплачиваются с доходополучателями обесцененными денежными знаками.

На самом деле защита заработной платы от инфляции нужна собственникам организаций и органам государственной власти не в меньшей мере, чем доходополучателям. Обесценение доходов ведет к падению покупательного спроса населения; это в свою очередь означает невозможность купить

то, что произведено собственниками организаций. В итоге масса прибыли, поступающая в их распоряжение, снижается, что чревато угрозой возникновения кризиса перепроизводства.

В защите заработной платы и других доходов от инфляции объективно заинтересованы все участники производства. Организующая роль в этом процессе должна принадлежать государству, обладающему наибольшей информацией о масштабах инфляции. Чем полнее при посредничестве государства будет обеспечено поддержание покупательной способности доходов населения (совокупного потребительского спроса на товары и услуги), тем в большей степени спрос доходополучателей будет синхронизирован с предложением товаров и услуг.

Фактический уход государства от решения вопросов индексации заработной платы вряд ли можно считать оправданным, особенно если оно взяло на себя гарантию повышения реального содержания заработной платы.

Разумеется, в мировой практике есть примеры того, как работодатели и работники, создав сильные представительные органы и наработав определенные традиции, обходятся без участия государства [1; 3]. Но в их законодательстве защита заработной платы от инфляции не является государственной гарантией. В то же время существуют страны (например, Бельгия, Дания, Голландия, Люксембург, Италия), где государство активно обсуждает вопросы индексации заработной платы с представителями работодателей и работников и обеспечивает – посредством и законодательного, и договорного регулирования – повсеместную индексацию заработной платы. Государственные решения по вопросам индексации, как правило, связаны с порядком расчета индекса цен, установлением ее базы, частоты проведения. Чаще всего индексация заработной платы базируется на росте общего показателя динамики розничных цен, но иногда и на основе роста цен на товары, включенную в специально установленную «корзину покупок». Государство при этом определяет и периоды расчета индекса цен. Скажем, в Люксембурге и Дании показатели роста цен рассчитываются ежемесячно; в Италии – ежеквартально; в Голландии – за предшествующее полугодие.

Наряду с классической ценовой индексацией некоторые страны в качестве базы для индексации зарплат используют показатели, менее зависящие от движения цен, но учитывающие повышение средней зарплаты в экономике: рост производительности труда или национального дохода. Примером может служить Голландия, где основой индексации заработной платы лиц, занятых в государственном или частно-государственном секторе, а также основой индексации социальных выплат является средний рост зарплаты в государственном секторе. Во Франции при повышении минимальных зарплат ориентируются на рост как цен, так и средней часовой заработной платы. Задачей индексации становится (наряду с охраной покупательной способности заработной платы) обеспечение соответствующего участия отдельных социально-профессиональных групп в результатах экономического роста.

В практике западных стран применяются различные базы для индексации заработной платы [2]. Довольно часто прибегают к индексации основных ставок заработной платы. Однако, если пособия и надбавки установлены в определенном проценте от основных ставок заработной платы, за базу индексации зачастую берутся полные заработки работников, индексация которых может содержать одинаковый прирост заработной платы в абсолютном или процентном выражении для всех работников. Следует подчеркнуть, что индексация в виде одинакового процентного роста зарплат, пропорциональная их величине, более выгодна высокопоставленным работникам и вызывает значительную дифференциацию зарплат. В связи с этим все больше групп трудящихся поддерживает формулы, предусматривающие равный суммарный рост заработной платы или надбавок для всех работающих либо большие квоты для самых низких зарплат.

В ряде случаев применяется дифференцированная индексация в зависимости от величины заработков – принципы так называемой ограниченной индексации, предусматривающей высокую компенсацию роста стоимости жизни для самых низких зарплат, меньшую – для более высоких.

Во многих западных странах применяется индексация законодательно утвержденной минимальной заработной платы: например, в Голландии (для рабочих и молодежи до 22 лет); в Люксембурге (где минимальная зарплата основана на социальном минимуме, корректируемом по мере роста цен). Развернутая система индексации минимальной заработной платы применяется с 1970 г. во Франции (так называемый SMIC или «минимальная заработная плата с гарантированной составляющей роста»). Индексация общенациональной минимальной заработной платы, установленной для частного сектора (без сельского хозяйства), проводится автоматически, если месячный показатель стоимости жизни в течение двух месяцев на 2 % превышает уровень, при котором проведена последняя корректировка минимальной заработной платы, а также дополнительно, по решению правительства, если существуют возможности роста заработной платы. Иногда инфляция вызывается так называемыми индексационными надбавками. Они чаще всего устанавливаются в абсолютной величине и одинакового размера для всех групп работающих. Нередко верхний лимит надбавки определяется на год.

Степень индексации в западных странах устанавливается на основании решений, гарантирующих частичную компенсацию снижения покупательной способности зарплат по причине роста стоимости жизни либо полную компенсацию такого снижения.

Частичная компенсация преимущественно используется тогда, когда индексации подлежит только определенная часть заработной платы, например, основная ставка, либо существуют пределы заработков, подлежащих индексации.

Важным элементом реализуемых индексационных решений является установление так называемого порога индексации (обычно определяемого в процентах или процентных пунктах индекса роста цен), достижение и пре-

вышение которого включает механизм индексации. Чаще всего этот порог формируется в пределах от 0,1 % до 2 %. Чем ниже порог индексации, тем доступнее для собственника ее осуществление.

Практика западных стран свидетельствует о достаточно высокой дифференциации в приспособлении роста заработной платы к росту цен. Обычно имеет место определенное запаздывание из-за статистических подсчетов показателей или устранения сезонных движений цен. Соответственно можно выделить индексацию заработной платы в установленный срок и подвижную (скользящую), основанную на повышении заработной платы каждый раз, когда принятый показатель возрастает до установленного «порога».

Индексация заработной платы в установленный срок предусматривает частоту, определяемую сверху, независимо от изменения показателя роста цен (ежеквартально, каждые полгода, каждый год). В случае подвижного индекса зарплата возрастает автоматически по достижению порога индексации. Такое решение предполагает максимальную оперативность, при этом покупательная способность заработной платы защищается наиболее эффективно.

Литература

1. Вильховченко, Э. Постиндустриальные модели труда: социоорганизационный прогресс на рубеже XXI в. / Э. Вильховченко // Мировая экономика и международные отношения. – 2003. – № 3. – С. 47–58.
2. Захаров, Н. Л. «Загадка русской души» или особенности мотивации труда российского персонала / Н. Л. Захаров // Управление персоналом. – 2004. – № 22. – С. 35–37.
3. Ивлев, А. Организация и стимулирование труда: зарубежный опыт / А. Ивлев, Ю. Гарайбех // Человек и Труд. – № 12. – 2003. – С. 45–52.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 621.52.002.2

МОДЕЛЬ ПЛАЗМЕННОЙ АНТЕННЫ

В. К. Свешников

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

В статье для демонстрационного эксперимента по физике, радиотехнике предлагается в качестве приемной телевизионной антенны использовать плазменный вибратор, изготовленный на базе люминесцентной лампы.

Ключевые слова и фразы: плазма, вибратор, подвижность, фидер, ди-электрик, частота, электрод.

Перспективным направлением в развитии антенных устройств для космической радиосвязи является разработка и использование плазменных антенн. Активным элементом таких антенн могут служить образуемое при сгорании топлива пламя ракет, проводящее радиоволны, потоки заряженных частиц, выбрасываемых из сопел ионных реактивных двигателей, и др.

В качестве модели плазменной антенны при постановке демонстрационного эксперимента в курсах физики и радиотехники целесообразно использовать газоразрядную плазму, возбуждаемую в люминесцентных лампах. Применение газоразрядных ламп позволяет обеспечить наглядность, содержательность и эстетичность проводимого эксперимента [1]. В качестве приемной телевизионной антенны нами предлагается использовать несимметричный плазменный вибратор, изготовленный на базе люминесцентной лампы.

Активная проводимость δ плазмы связана с концентрацией электронов соотношением [2]:

$$\delta = \frac{e^2 n v}{m} (v^2 + \omega^2), \quad (1)$$

где v – частота упругих при соударении электронов с атомами газа; m – соответственно заряд и масса электрона; ω – круговая частота высокочастотного напряжения.

В плазменном столбе разряда люминесцентной лампы радиуса R концентрация n электронов связана с током I разряда и подвижностью b электронов соотношением:

$$n = \frac{I}{\pi R^2 e b E} \quad (2)$$

Тогда уравнение (1) с учетом равенства (2) примет вид:

$$\delta = evI / \pi R^2 m (v^2 + \omega^2) b E. \quad (3)$$

Из выражения (3) следует, что при возбуждении разряда в лампе, когда ток $I=0$ и, следовательно, $\delta = 0$, плазменный столб является проводником высокочастотного сигнала, который можно использовать в качестве антенны.

Простейшей антенной в диапазоне метровых волн служит несимметричный четвертьволновый штыревой вибратор, соединенный с радиоприемным устройством фидером. На рисунке 1 приведена схема установки для демонстрации плазменной антенны. На внешней поверхности люминесцентной лампы (ЛЛ) у нижнего катода закреплен внешний электрод (ВЭ), с которого снимается высокочастотный сигнал. Применение ВЭ позволяет исключить гальваническую связь между сетью и телевизионным приемником (TV). В этом случае проводимость сигнала от плазменного столба к внешнему электроду осуществляется емкостью C цилиндрического конденсатора, обкладками которого являются прилегающая к колбе лампы плазма и внешний электрод, а диэлектриком служит стеклянная колба.

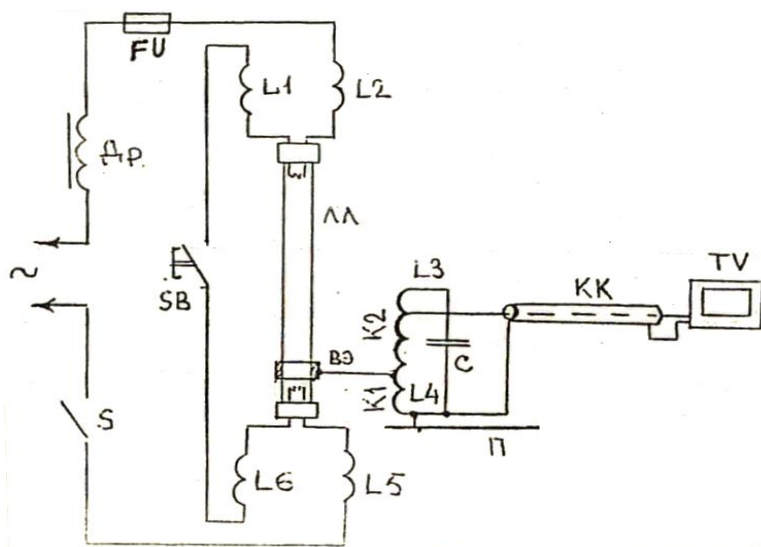


Рис. 1. Принципиальная схема установки для демонстрации плазменной антенны:

Др – дроссель, ЛЛ – люминесцентная лампа, ВЭ – внешний электрод,

КК – коаксиальный кабель, TV – телевизионный приемник

Емкость C цилиндрического конденсатора с шириной h кольцевого электрода рассчитывается по известной формуле:

$$C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 h / \ln \frac{r_2}{r_1}, \quad (4)$$

где ε – относительная диэлектрическая проницаемость колбы лампы, ε_0 – диэлектрическая постоянная, r_1, r_2 – соответственно внутренней и внешней радиусы колбы лампы.

Соответствующим выбором ширины h кольца ВЭ можно достичь значительной емкости переходного конденсатора, при которой передача принимаемого сигнала антенной будет происходить без потерь. Так, рассчитанная по формуле (4) емкость переходного конденсатора для лампы ЛБ-40 с шириной электрода $4 \cdot 10^{-2}$ м и $\varepsilon \approx 7$ (с учетом слоя люминофора на внутренней поверхности колбы) составляет 260 пФ. Сопротивление этой емкости телевизионному сигналу на средней частоте 80 МГц, соответствующей третьему каналу, составляет несколько Ом, что практически не влияет на уровень принимаемого сигнала.

Антенна соединяется со входом приемника посредством коаксиального кабеля (КК). Как известно, эффективная передача от антенны на вход приемника возможна в режиме бегущей волны сигнала в фидерной линии, что наблюдается в случае, если сопротивление антенны равно волновому сопротивлению КК. Поскольку входное сопротивление антенны равно 36 Ом [3], а волновое сопротивление КК, на работу с которым рассчитано большинство телевизионных приемников, равно 75 Ом, нами применена автотрансформаторная связь антенны с КК.

Колебательный контур L_3C в схеме является также фильтром, который ограничивает поступление радиопомех, генерируемых люминесцентной лампой на вход приемника. С целью уменьшения шунтирования контура входной проводимостью кабеля его центральная жила подключается к части витков контурной катушки L_3 .

При проектировании антенны коэффициенты трансформации между антенной и контурной катушкой k_1 и между кабелем и контурной катушкой k_2 рассчитываются по формулам [4]:

$$k_1 = \sqrt{\pi \delta_k f_0 C / g_a}, \quad k_2 = \sqrt{\pi (\delta_k - 2\delta) / g_k},$$

где δ_k – собственное затухание контура, которое определяют по заданной полосе пропускания Δf : $\delta_k = \frac{\Delta f}{f_0}$; f_0 – резонансная частота контура; C – емкость входного контура; g_a, g_k – входная проводимость соответственно антенны и кабеля; δ – собственное затухание контура на минимальной частоте сигнала ($\delta \approx 0.01$). Индуктивности катушек L_1, L_2, L_3, L_6 ограничивают шунтирование принимаемого антенной высокочастотного сигнала сетью.

Для проведения демонстрационного эксперимента установка с помощью тумблера включается в сеть. Возбуждение разряда в лампе производится нажатием на пусковую кнопку SB. Далее настройкой гетеродина приемника добиваемся на экране телевизора устойчивого изображения и звука. После этого тумблером S отключаем лампу от сети и наблюдаем прекращение в ней разряда, а также пропадание звука и изображения на экране телевизора. Этот

опыт показывает, что плазменный столб проводит электромагнитные волны и может быть использован в качестве антенны.

В установке использована люминесцентная лампа ЛБ-40. Высота антенны определяется максимальной длиной волны и выбирается из условия $I = (0,25 + 0,28)\lambda$ [3]. В лампе ЛБ-40 активная длина плазменного столба равна 1,1 м, что приблизительно соответствует 1/4 длины волны третьего частотного телевизионного канала, в котором эффективность антенны максимальна.

Внешний кольцевой электрод изготовлен из никелевой фольги толщиной 0,2–0,4 мм и шириной 4 см. Он охватывает колбу лампы в области катода.

Противовесом антенны является медный провод диаметром 4–8 мм и шириной 1 м. Индуктивность катушек L_1, L_2, L_3, L_6 равна 0,01 Гн.

Контурная катушка $L_я$ рассчитана на среднюю резонансную частоту, соответствующую третьему телевизионному каналу. Внутренний диаметр каркаса катушки – 9 мм. Внутри него размещен сердечник из латуни Л-62 диаметром 5 мм и длиной 10 мм. Катушка содержит 9 витков провода ПЭЛШО 0,89 с отводами соответственно от 6-го и 8-го витков. В схеме использован подстроечный конденсатор емкостью $6 \div 25$ пФ. Антенна соединяется со входом приемника коаксиальным кабелем типа РК-75-2-2I длиной 1 м. В установке использован дроссель ВИА 40/50.

Предложенная антенна может быть использована также для приема радиовещательных станций в диапазоне ультракоротких волн. В этом случае вместо телевизионного приемника может быть взят радиоприемник с УКВ ЧМ диапазоном с частотами 65,8–73,0 мГц. Входное сопротивление автомобильных радиоприемников обычно равно 150 Ом [5], поэтому для согласования антенны со входом приемника центральная жила коаксиального кабеля подсоединяется непосредственно к началу контурной катушки L_3 . Настройка антенны производится по максимальному уровню принимаемого сигнала путем перемещения внешнего электрода вдоль лампы и изменением емкости C подстроечного конденсатора.

Литература

1. Свешников, В. К. Состояние и перспективы использования разрядных ламп в демонстрационном эксперименте / В. К. Свешников, С. Н. Федоткина // Учебный эксперимент в высшей школе. – 1997. – № 1. – С. 31–42.
2. Гинзбург, В. Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В. Л. Гинзбург. – М. : Наука, 1967. – 685 с.
3. Григоров, И. Н. Антенны. Городские конструкции / И. Н. Григоров. – М. : Радиософт., 2010. – 293 с.
4. Доброневский, О. В. Справочник по радиоэлектронике / О. В. Доброневский. – Киев : Вища шк., 1971. – 360 с.
5. Крунин, И. Т. Автомобильные радиоприемники / И. Т. Крунин. – М. : Энергия. – 1978. – 177 с.

УДК 620.179

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В КУРСЕ «СВЕТОТЕХНИКА»

К. П. Толкачева, Е. В. Токмаков

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Российская Федерация

Разработка научно и экспериментально обоснованной методики съёмки архитектурных объектов с учетом современных достижений в области лазерного сканирования является актуальной задачей, рассмотренной в данной статье.

Ключевые слова и фразы: лазерное сканирование, светотехническое проектирование, сканер, 3D модель.

В архитектуре современных городов, наряду с современной типовой застройкой, большое внимание уделяется следующим проблемам: обновления исторически ценных архитектурных объектов; создание светового ансамбля значимой архитектуры, что приводит к улучшению облика города. При разработке проекта архитектурного освещения или реконструкции здания у специалистов (студентов, магистрантов данных направлений) возникает необходимость в точных натурных обмерах. В последние годы для выполнения архитектурных обмеров достаточно часто используются наземные лазерные сканирующие системы. Технология лазерного сканирования с последующей графической обработкой данных, по сравнению с классическими методами натурных обмеров (табл. 1), позволяет сократить время работ и увеличить точность их результатов.

Таблица 1

Анализ способов обмера зданий

Достоинства	Недостатки
Ручной (простейший)	
«Очевидный и прозрачный» – не требует сложного оборудования: рулетка, отвес	Необходимость (иногда) возведения лесов; погрешности измерений; сильное влияние человеческого фактора
Фотограмметрический	
Высокая точность; можно проводить обмер сложных зданий без возведения лесов	Ограничение в измерениях третьей координаты; долгий процесс обмера зданий (от недели до месяца)
Лазерное сканирование	
Цифровая трехмерная модель всего объекта, а не отдельных частей; возможность измерения трудно- или недоступных объектов	Мелкие архитектурные элементы не различаются; высокие эксплуатационные требования (невозможность работы при низких температурах; необходима инженерная квалификация и др.)

Технология лазерного сканирования основана на измерении расстояния от лазерного дальномера до поверхности сканируемого объекта и двух углов (горизонтального и вертикального), определяющих направление вектора от лазерного дальномера до объекта в местной системе координат.

Для сканирования пользователь направляет лазер на область, для которой нужно построить модель, и запускает процесс сканирования, после чего может непосредственно на месте получить предварительные результаты сканирования и при необходимости повторить сканирование с другой точки. Наземные лазерные сканеры обладают углом обзора 360–180°.

Процесс сканирования происходит следующим образом: пульсирующий лазер отражается от зеркал, которые определяют направление луча, и луч движется в пространство, где отражается от поверхности (земли, растений, зданий) по времени, которое потребовалось лучу, чтобы вернуться назад, вычисляется расстояние до данной точки пространства, а по направлению далее – трехмерная координата [1].

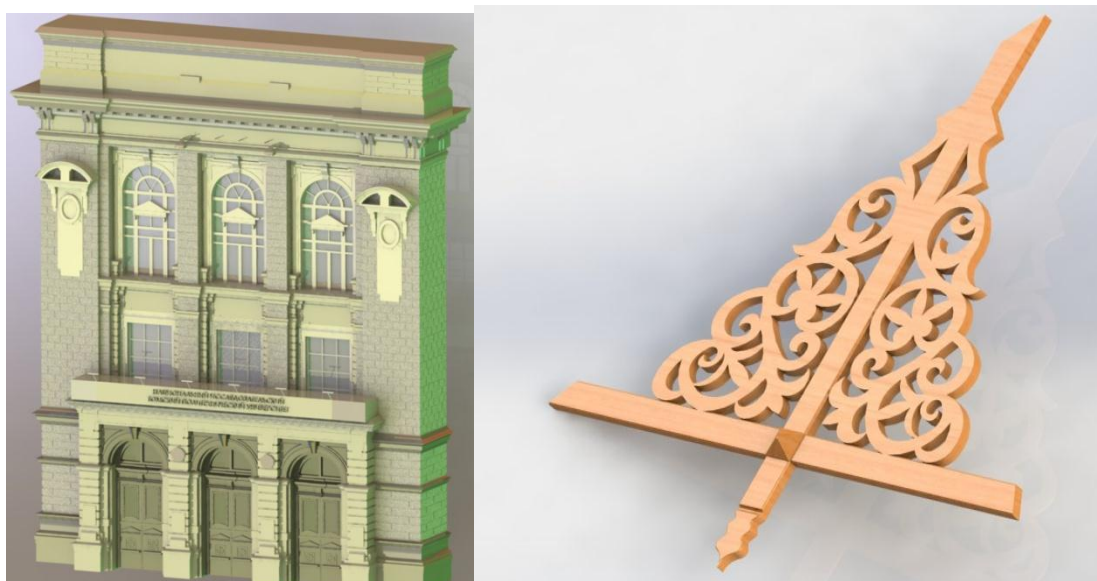
Одновременно с трехмерной съемкой рельефа (или какого-либо другого объекта) производится фотографическая съемка.

Отметим основные особенности сканеров: независимо от типа лазерного сканера и прилагаемого к нему программного обеспечения, результирующими данными полевого лазерного сканирования и первичной обработки является массив точек, т. е. облако точек с известными координатами X , Y , Z . Данные сканирования в виде облака точек позволяют реализовать спектр задач: выполнение промеров, построение сечений и т. д.; однако облако точек имеет и ряд недостатков.

Облако точек не является результирующим графическим документом; точки, описывающие трехмерные объекты, не поддаются учету, графически не воспринимаются, а количество информации такого массива не позволяет при использовании современных компьютерных технологий оперировать данными достаточно быстро. Поэтому необходима камеральная обработка, в частности, создание векторной трехмерной модели.

Трехмерную векторизацию сложных геометрических объектов, таких как здание и его отдельные архитектурные элементы, невозможно выполнить в автоматическом режиме (рис. 1).

Программному обеспечению отводится важная роль управления процессом сканирования, накопления данных в компьютере, последующей обработки и выдачи конечного результата работы. Главной принципиальной особенностью программ для лазерного сканирования является возможность их работы с очень большими объемами данных и наличие развитых функций трехмерного моделирования. Кроме этого, специализированные программные продукты имеют массу других функций, крайне необходимых для работы с облаками точек, таких как возможности выполнения разнообразных измерений, чистки проектов от лишней информации и т. д. В табл. 2 дан анализ программного обеспечения для работы с отсканированным изображением.



а

б

Рис. 1. Фрагмент фасада здания: а) главный корпус ТПУ; б) трехмерная модель элемента деревянного зодчества

Таблица 2

Программное обеспечение для работы с отсканированным изображением

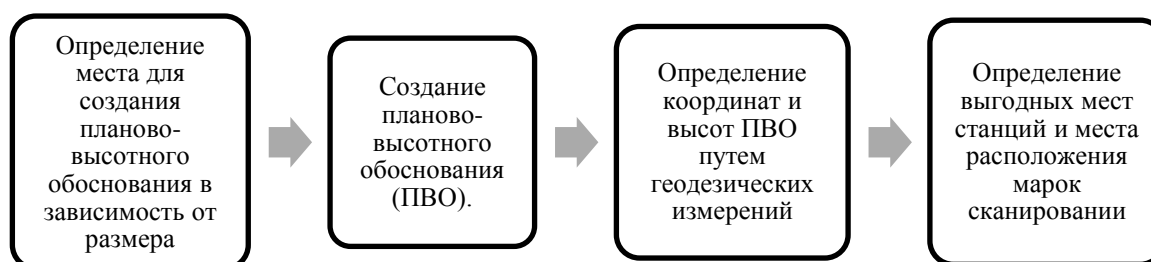
Особенности	Возможности	Применение
Coordinate Transformer 2.4 предназначен для обработки результатов тахеометрической съемки применительно к архитектурным обмерам		
Мощное средство для обработки результатов измерений, сочетающее строгие математические операции с высокой степенью автоматизированного контроля	Выполнять преобразования plano-высотных (X, Y, H), пространственных (X, Y, Z) координат; переводить полярные координаты в декартовы и наоборот; ориентировать систему координат относительно фасада по заданным параллельным линиям; экспортировать данные в формат AutoCad .DXF	Архитектурные обмеры; архитектурная фотограмметрия; инженерная геодезия; маркшейдерское дело; топографическая съемка на застроенных территориях
ScanIMAGER 1.4 предназначен для работы с облаками точек, получаемых с различных лазерных 3D сканеров		
Поддерживает цвета измеренных точек; работает с отсканированным объектом как с трехмерной дискретной моделью	Загружать сканы, содержащие множество точек в одном файле; регистрировать сканы в единой системе координат; раскрашивать облако точек по набору цифровых фотографий; снимать размеры по скану; получать разрезы и сечения	Архитектурные обмеры, инженерная геодезия, машиностроение маркшейдерское дело; топографическая съемка на застроенных территориях

Особенности	Возможности	Применение
Cyclone предоставляет набор средств для различных вариантов обработки трехмерных данных лазерного сканирования		
Пространственное перемещение, масштабирование, разворот в режиме реального времени, автоматическое создание цифровой мозаики для панорамного снимка	Управляет данными лазерного сканирования, сохраняя прозрачность обслуживания базы данных, т. е. не требуя каких-либо специальных знаний по управлению базами данных. Все данные – облака точек, изображения, топопривязка, результаты уравнивания, измерения, модели объектов хранятся в одном файле	В инженерии, геодезии, строительстве, машиностроение маркшейдерское дело; топографическая съемка на застроенных территориях

Рассмотрим поэтапно методику применения данных от лазерных сканеров в светотехническом проектировании в учебном процессе (схема 1).

Схема 1

Этапы применения данных в учебном процессе



Предлагаем в работе стандартный метод сканирования, основанный на сканировании объекта с одной или нескольких станций (сканы с различных станций сшиваются по маркам (минимум 3 марки), либо по связующим точкам (минимум 3 точки)).

1. Устанавливаем сканер на станцию № 1 → выставляем сканер по уровню → включаем сканер.

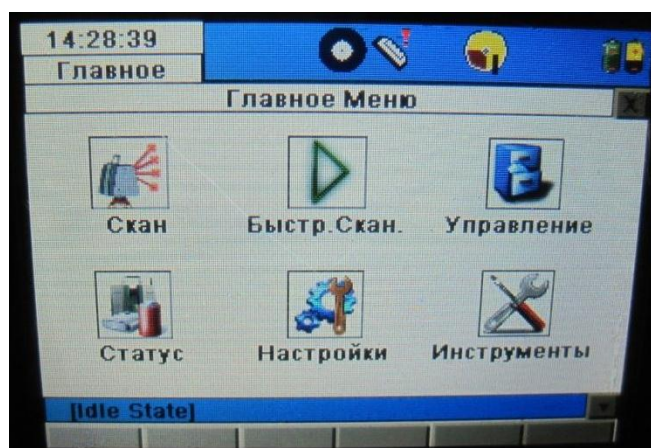


Рис. 2. Диалоговое окно сканера

2. Создаем новый проект → сохраняем → выходим в начальное меню.

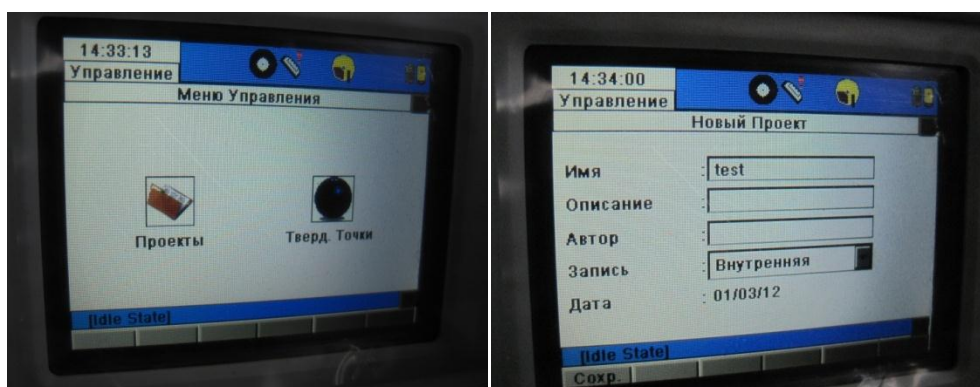


Рис. 3. Диалоговое окно для создания проекта

3. Заходим в скан → выбираем нужный проект → стандарт → устанавливаем параметры сканирования и фотографирования.
4. Запускаем сканирование или скан. + изображение.

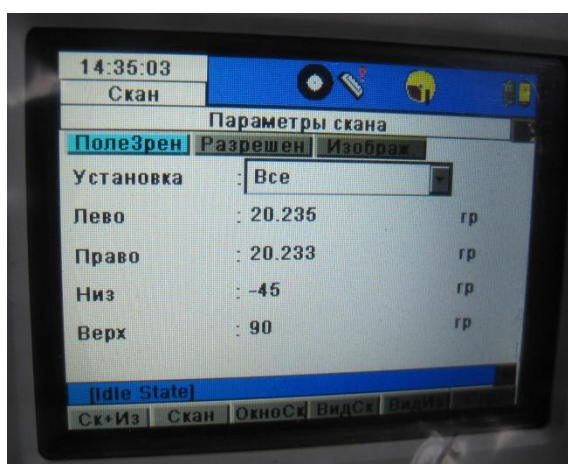


Рис. 4. Диалоговое параметры сканера

5. После сканирования выбранной области сканируем марки.
6. Марка → новая марка → устанавливаем параметры марки → указать → определить (минимум 3 марки с предыдущей станции и необходимое количество марок для того чтобы со следующей точки было видно минимум 3 марки) → проверить определил ли сканер марку.
7. Отключаем сканер → переходим на следующую станцию.
8. В дальнейшем действия повторяются.

Приведем пример представления сканированного объекта, его обработки и применения в светотехнических программах.

На первом этапе выполняется процесс сканирования объекта наземным лазерным сканером ScanStation C10 (изображение и характеристики прибора на рис. 5).



Тип инструмента	Импульсный
Точность определения положения точки	2 мм на 50 м
Точность измерения расстояния	2 мм на 50 м
Угловая точность (по вертикали/горизонтали)	60 мкрад, 1 sigma
Размер пятна лазера	до 6 мм на 50 м
Максимальное расстояние	300 м при отражении 90%
Частота сканирования	50 000 точек в секунду
Поле зрения по вертикали/по горизонтали	270° / 360°

Рис. 5. Наземный лазерный сканер ScanStation C10 [2]

На втором этапе выполняется обработка облака точек. На рис. 6 приведен пример представления облака точек – Коммунального моста г. Томска (справа); фотография дневного вида моста (слева).

Из рисунка видна точность воспроизведения сканером реальной модели.

Для обработки данных воспользовались методом трехмерного построения в программе SolidWorks, которая позволяет работать с данными, полученными с лазерных сканеров и лидарных систем и дает возможность анализировать, изменять и создавать 3D поверхности, чертежи.

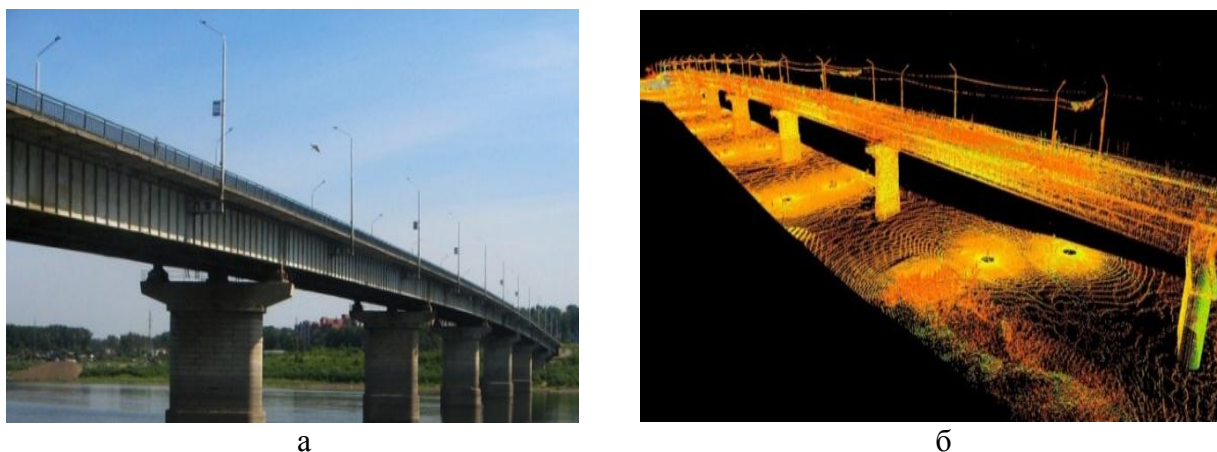


Рис. 6. Коммунальный мост, г. Томск: а) реальный вид; б) облако точек

На рис. 7 представлены фрагменты результатов после обработки облака точек сканированного Коммунального моста: 3D модель (слева), чертежи некоторых элементов объекта (справа).

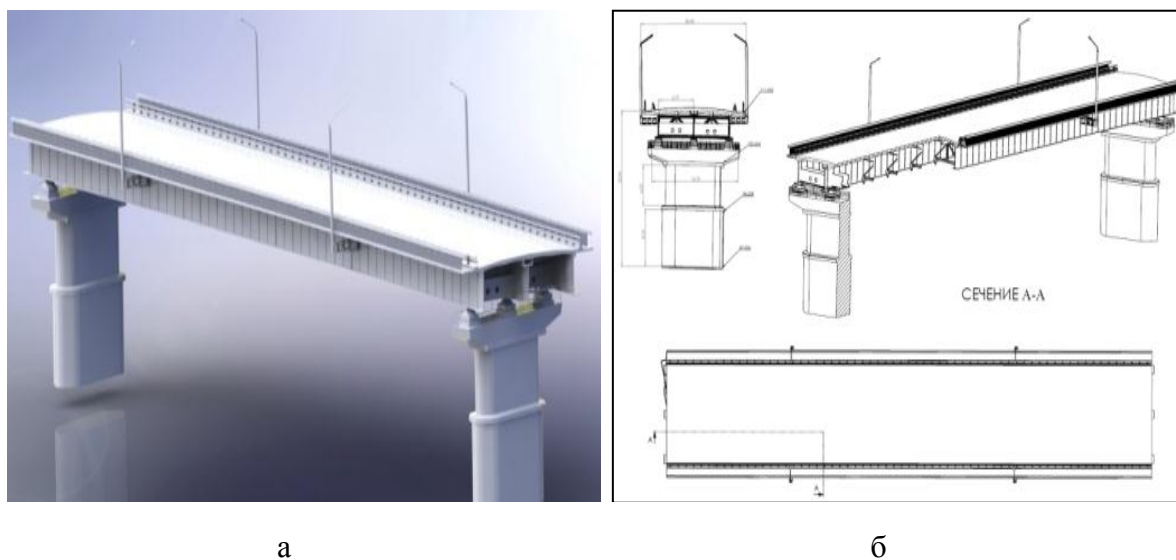


Рис. 7. Результаты обработки: а) 3D модель; б) чертежи

В процессе варьирования различными операциями трехмерного моделирования были созданы правильные геометрические элементы моста, включая светотехнические опоры и СП, состоящие из простых геометрических тел.

Полученная 3D модель объекта имеет несколько преимуществ: рассматривать модель из любой точки; автоматически создавать 2D чертежи; применять для решения задачи проектирования освещения.

Третий этап – этап проектирования освещения. Рынок светотехнических программ с каждым годом неуклонно растет, в частности, из-за роста требований к проектированию осветительных установок, создания новых ИС и СП; инсталляции сложнейших типов световых решений (т. е. цветосветовая динамика, использование естественного света для освещения и др.).

Все это подталкивает разработчиков программного обеспечения к его усложнению либо к интегрированию в уже готовый продукт всевозможных дополнений (Plug-In) и расширению рынка распространения.

На рис. 8 приведен пример импорта модели объекта в программный комплекс DIALux (слева) и результат освещения проезжей части моста (справа).

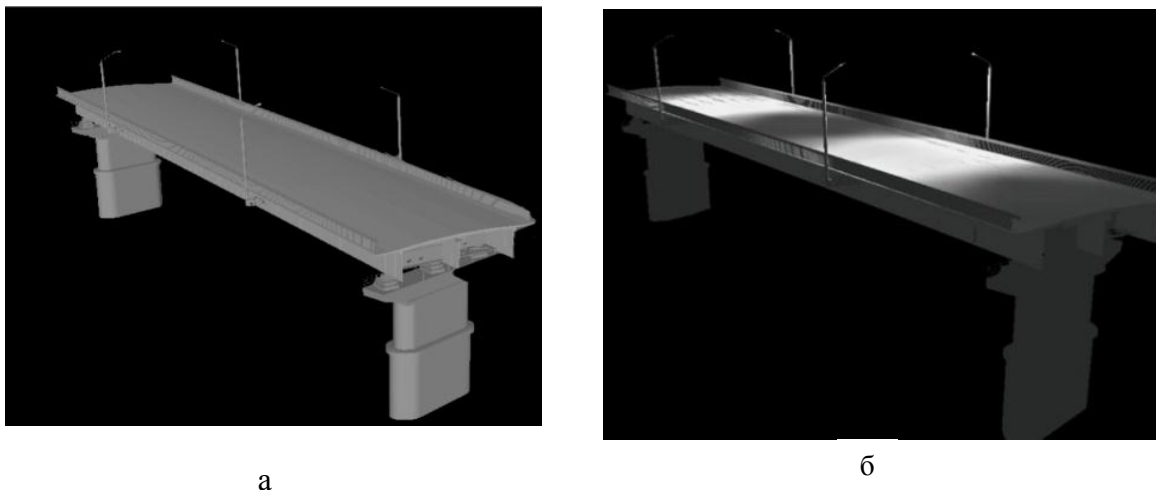


Рис. 8. Пример импорта модели в DIALux

В программе DIALux производится обработка 3D модели объекта (моста): придается реалистичность, подбирается текстура (материал, задаем коэффициенты прозрачности и отраженного эффекта).

Варьируя различными светотехническими решениями, проектируем осветительную установку с учетом энергоэффективности ИС и соответствия европейским стандартам. Полученные расчеты анализируем по таблицам и изолиниям яркости / освещенности.

Для корректной визуализации при компьютерном проектировании освещения является правильное соответствие реального цвета, яркости, контраста поверхностей объекта и использованных текстур.

Для этого в индустрии светотехнических приборов существует множество современных колориметров и в работе сделана попытка применения яркомер-колориметр CS-2000 (рис. 9), который в диапазоне $L > 0.003$ кд/м² и контрастности 100.000:1 (при $L_{\max}=300$ кд/м²) обеспечивает измерение цвета и яркости с высокой скоростью и точностью.

Полученные цветовые характеристики дорожного полотна в системе RGB (R = 90, G = 90, B = 95) и в системе CMYK (оттенок – 160, контраст – 5, яркость – 87) были занесены в диалоговое окно присвоения материала в программном комплексе Dialux.



Рис. 9. Яркомер-колориметр CS-2000

Заключение

В результате выполненных исследований нами представлены теоретические основы применения наземного лазерного сканирования и спектрорадиометра при обучении светотехническому проектированию в вузе будущих магистрантов по специальности «Светотехника».

Лазерное сканирование позволяет не только получить 3D-чертежи, но, что важно, не используя ручные методы измерения освещенности/яркости, программным способом выявить недостатки систем освещения, при этом значительно снизить временные затраты.

Данные от спектрорадиометра позволяют точно передать характеристики цвета и яркости поверхностей объекта и перенести технологию проектирования на качественно новый уровень, повысить степень автоматизации.

Литература

1. Зыков, И. Ю. Методы и приемы архитектурного освещения, применения лазерного сканирования при проектировании / И. Ю. Зыков, В. Д. Никитин, К. П. Толкачева // Инновационные методы в архитектуре и градостроительстве : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Саратов : Наука, 2009. – С. 46–51.
2. Лазерный сканер Leica ScanStation C10. Технические характеристики.

ПОСТАНОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОПТИЧЕСКОГО И СКАНИРУЮЩЕГО ЗОНДОВОГО МИКРОСКОПОВ»*

Н. Н. Хвастунов, С. О. Вандышев, В. Г. Васильченко

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

Рассмотрена возможность постановки учебного эксперимента по сравнению сканирующей зондовой микроскопии и оптической микроскопии на примере тестовой решетки. Описан ход выполнения лабораторной работы. Дан краткий обзор сканирующей зондовой микроскопии.

Ключевые слова и фразы: сканирующая зондовая микроскопия, нанотехнологии, оптическая микроскопия.

В настоящее время в вузах (и в некоторых школах) идет активное внедрение в курс обучения дисциплин по нанотехнологиям. Стоит отметить сложность данного процесса, обусловленную отсутствием необходимой базы (как материальной, так и методической) [1]. И даже наличие технической базы не приводит к резкому возрастанию обучаемости студентов. Это, в частности, связано с трудностью восприятия таких экспериментальных методов исследования, как сканирующая зондовая микроскопия, без которой практически невозможно представить изложение материала по нанотехнологиям [2]. В качестве одного из вариантов по повышению понимания указанных методов предлагается использование лабораторной работы, основанной на сравнении возможностей оптического и сканирующего зондового микроскопов. На этом примере видна и разница в принципах получения изображения и в возможностях анализа полученных результатов.

При описании лабораторной работы в данной статье мы позволим себе опустить некоторые общие замечания о сканирующей зондовой и оптической микроскопии, которые должны присутствовать в теоретической части лабораторной работы.

Целью разработанной лабораторной работы является сравнение принципов построения изображений в оптическом и сканирующем зондовом микроскопах, сравнение возможности анализа полученных изображений, выяв-

* Научное исследование проведено при финансовой поддержке Минобрнауки России за счет средств проекта 2.2.1.2. Развитие научно-образовательной лаборатории «Основы нанотехнологий и сканирующей зондовой микроскопии» Программы стратегического развития ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева» на 2012–2016 гг. «Педагогические кадры для инновационной России».

ление преимуществ и недостатков оптической и сканирующей зондовой микроскопии.

Приборы и оборудование: бинокулярный оптический микроскоп Meiji MT, сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator II, тестовая решетка TGZ компании НТ-МДТ.

Микроскоп – прибор для получения увеличенного изображения объектов или деталей их структуры, не видимых невооруженным глазом. Глаз способен различать детали объекта, отстоящие друг от друга не менее чем на 0,08 мм; с помощью светового микроскопа можно видеть детали, расстояние между которыми составляет до 0,2 мкм.

Функциональные и конструктивно-технологические части микроскопа предназначены для обеспечения работы микроскопа и получения устойчивого, максимально точного, увеличенного изображения объекта.

В данной работе используется бинокулярный оптический микроскоп Meiji MT. Его основные характеристики:

- Оптическая система микроскопа, скорректированная на «бесконечность», с тубусной системой $F=200$ мм.

- Методы исследования и контрастирования: отраженный свет, светлое поле, поляризация.

- Светлопольные безрефлексные планахроматические объективы Planachromat Epi: 5x, 10x, 20x, 50x.

- Сверхширокопольные окуляры 10x (для работы в очках), линейное поле – 22 мм.

- Удобные бинокулярные насадки без и с фото-/видеовыходом (призмённые системы типа Зидентофа).

- Эргономичная бинокулярная насадка с регулируемым углом наклона окулярных трубок от 10° до 50° (опция).

- Эргономичный револьвер для крепления пяти объективов с наклоном к штативу.

- Столик координатный предметный 191 x 128 мм с керамическим покрытием, с эргономичной коаксиальной рукояткой управления (право- или левосторонняя), перемещение 100 x 100 мм.

- Осветитель отраженного света по Келеру с галогенным источником света (6В 30Вт), полевой ирисовой диафрагмой, апертурной диафрагмой и пазами для светофильтров.

- Блок питания с автоматическим определением напряжения и регулятором яркости, встроенный в основание микроскопа.

- Низкорасположенные эргономичные коаксиальные рукоятки механизма грубой и точной фокусировки с регулировкой плавности хода, диапазон перемещения: 23 мм, настройка точной фокусировки: 0.2 мм за 1 оборот.

- Различные адаптеры для видеокамер CCD/CMOS, цифровых фотокамер и 35 мм – пленочных фотокамер для фото- и видеодокументирования.



Рис. 1. Биноклярный оптический микроскоп Meiji MT

В работе использован сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator II.



Рис. 2. Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator II

Основные характеристики:

- Область сканирования $70 \times 70 \times 10$ мкм (10 %).
- Нелинейность сканера 5 %.

- Минимальный шаг 1 Å.
- Число точек в кадре 1024×1024 (при оперативной памяти 64 Мб).
- Диапазон токов СТМ от 100 пА до 200 нА.

Параметры зонда:

- Диапазон резонансных частот от 6 до 14 кГц, типичная 8 кГц.
- Добротность 20.
- Радиус кривизны 100 нм (до 10 нм).

Пространственное разрешение:

- АСМ X-Y ~50 нм (зависит от радиуса скругления зонда).
- Z 2 нм
- СТМ X-Y ~50 нм (зависит от радиуса скругления зонда).
- Z 2 нм

Тип сканирования – сканирование образцом. Размер образца диаметр до 12 мм, толщина – до 5 мм.

Стоит обратить внимание на общую конструкцию сканирующего зондового микроскопа, так как для лабораторной работы непринципиален конкретный микроскоп.

СЗМ состоит из следующих основных компонентов (рис. 3):

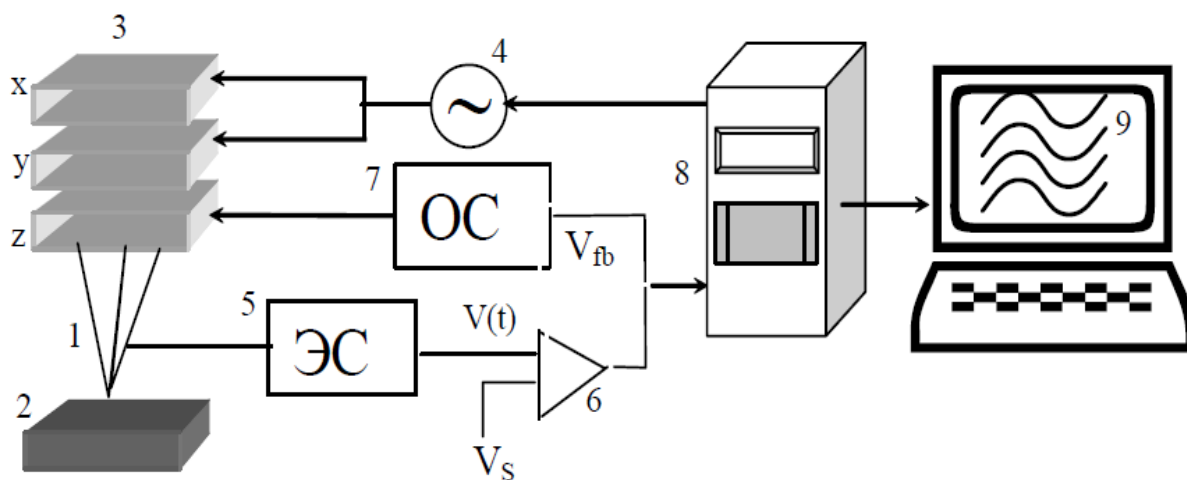


Рис. 3. Общая схема сканирующего зондового микроскопа. 1 – зонд; 2 – образец; 3 – пьезоэлектрические двигатели x, y, z; 4 – генератор напряжения развертки на x, y пьезокерамики; 5 – электронный сенсор; 6 – компаратор; 7 – электронная цепь обратной связи; 8 – компьютер; 9 – изображение z(x,y)

Поясним более подробно: 1 – зонд; 2 – образец; 3 – пьезоэлектрические двигатели x, y, z для прецизионного перемещения зонда над поверхностью исследуемого образца; 4 – генератор развертки, подающий напряжения на пьезодрайверы x и y, обеспечивающие сканирование зонда в горизонтальной плоскости; 5 – электронный сенсор, детектирующий величину локального взаимодействия между зондом и образцом; 6 – компаратор, сравнивающий

текущий сигнал в цепи сенсора $V(t)$ с изначально заданным V_S , и при его отклонении вырабатывающий корректирующий сигнал V_{fb} ; 7 – электронная цепь обратной связи, управляющая положением зонда по оси z ; 8 – компьютер, управляющий процессом сканирования и получением изображения 9.

В качестве объекта использована тестовая решетка TGZ компании НТ-МДТ.

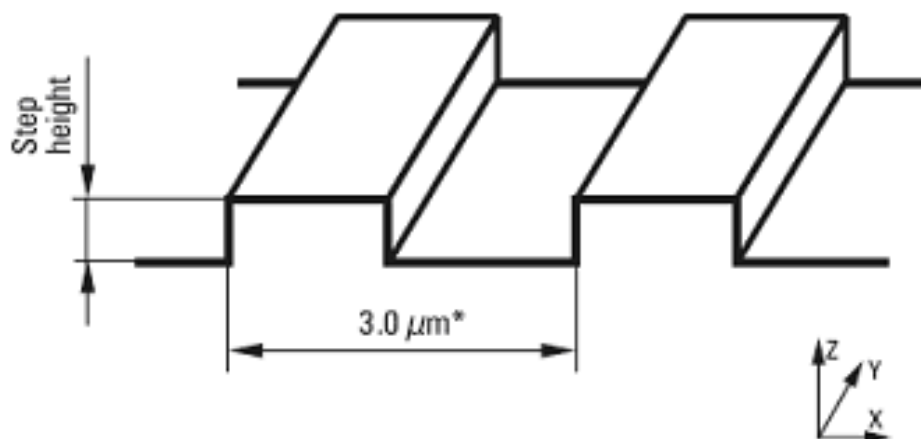


Рис. 4. Тестовая решетка TGZ

Ход работы. Оптический микроскоп.

1. Подготовить оптический микроскоп к работе.
2. Установить образец на столик.
3. Получить изображение образца в оптическом микроскопе при различных увеличениях.
4. С помощью цифровой видеокамеры получить изображение образца на компьютере. Сохранить полученное изображение.

В результате проведенных действий студенты должны получить изображение тестовой решетки в оптическом микроскопе при 70-кратном увеличении. Нами при разработке лабораторной работы получено нижеприведенное изображение (рис. 5).

На фотографии видна структура тестовой решетки: четко выделяются ступени. К сожалению, достаточно сложно определить как расстояние между ступенями, так и высоту ступеней. Это связано с тем, что программа не задает размер области изображения.

В результате мы видим лишь общую картину поверхности образца, а также крупные дефекты. Отметим при этом, что изображение получилось качественное и интуитивно понятное.

Еще одним фактором является действительность цветов. Цвета на изображении совпадают с реальными цветами образца.

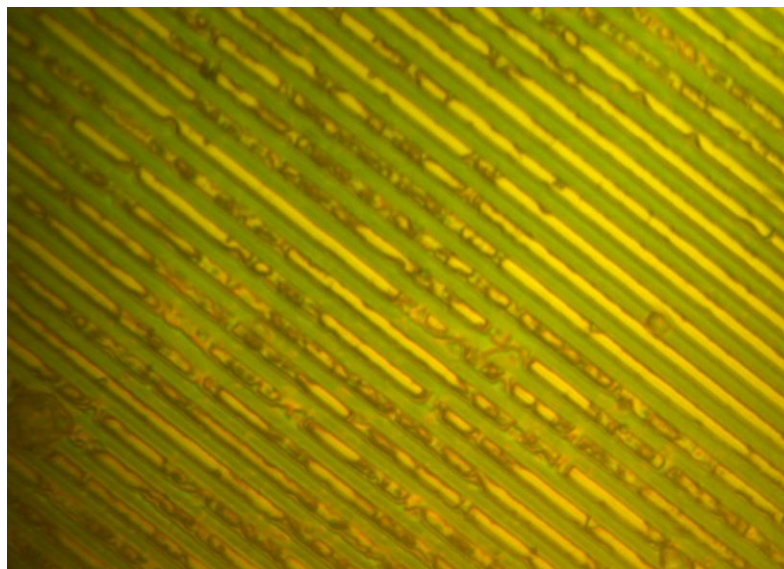


Рис. 5. Изображение тестовой решетки TGZ при 70-кратном увеличении

Ход работы. Сканирующий зондовый микроскоп.

1. Подготовить сканирующий зондовый микроскоп к работе.
2. Установить образец на столик.
3. Получить изображение образца [3–5].
4. С помощью программного обеспечения сохранить изображение на компьютере.
5. Провести анализ полученного изображения.
6. Сравнить результаты, полученные с помощью оптического и сканирующего зондового микроскопов.
7. Сделать вывод о преимуществах и недостатках микроскопов.

При использовании сканирующего зондового микроскопа было получено изображение, представленное на рисунках 6, 7.

На основе изображений, полученных с помощью сканирующего зондового микроскопа, можно, не проводя дополнительные исследования, хотя бы приблизительно оценить расстояния между ступенями, ширину ступеней за счет наличия осей координат (рис. 6).

Ширина ступени приблизительно 1,5–2 мкм. Высота ступеней порядка нескольких десятков нанометров, если анализировать с использованием приведенной справа шкалы. Использование средств обработки и анализа изображений дает следующие результаты: ширина ступеней: 1,6 мкм, высота 150 нм.

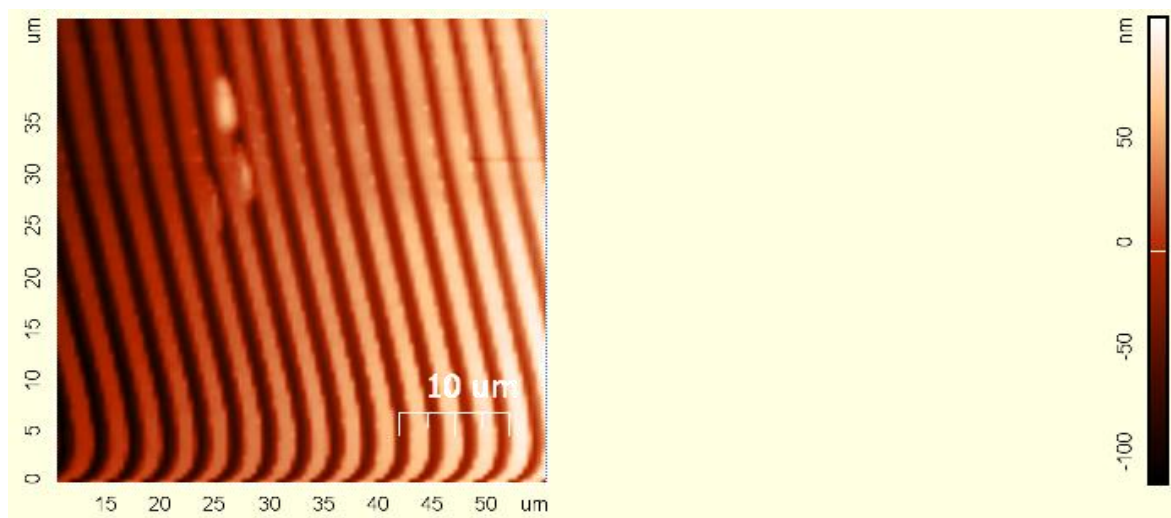


Рис. 6. Изображение тестовой решетки TGZ, полученное с помощью сканирующего зондового микроскопа. Поле сканирования 40x40 мкм

Также стоит отметить, что сканирующий зондовый микроскоп позволяет получить трехмерное изображение. На основе этого изображения можно сказать, что ступени не являются идеально ровными, а также имеют шероховатости.

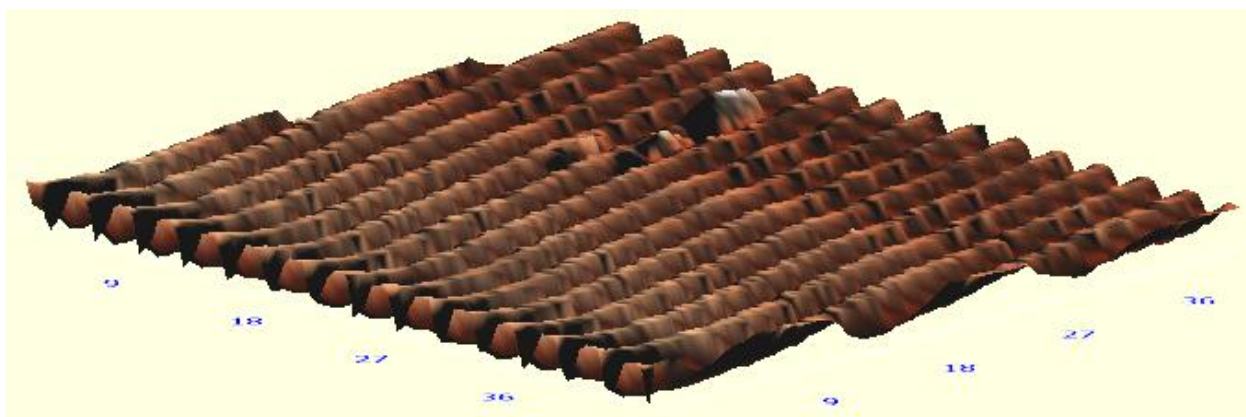


Рис. 7. 3D-изображение тестовой решетки TGZ, полученное с помощью сканирующего зондового микроскопа. Поле сканирования 40x40 мкм

Погрешность, полученная в эксперименте, обусловлена чувствительностью прибора, который реагирует на мелкие вибрации. Крупные вибрации заметно выделяются на полученном изображении. В то же время мелкие вибрации дают некий «шум», который нельзя «вычистить». Высота также отличается. По паспорту высота ступеней 110 нм. Это также обусловлено внешней вибрацией.

В результате проведенной работы студенты должны сделать выводы о больших функциональных возможностях сканирующего зондового микроскопа. В то же время им необходимо отметить наглядность оптического микроскопа. Сканирующий зондовый микроскоп не позволяет оценить структуру в целом в связи с возможными масштабами сканирования.

Данная лабораторная работа может быть использована в лабораторных работах по курсам, связанным с основами нанотехнологий, как в вузе, так и в школе.

Литература

1. Хвастунов, Н. Н. Курс по выбору «Основы нанотехнологий» в педагогическом вузе / Н. Н. Хвастунов // Учебный эксперимент в образовании. – Саранск. – 2012. – № 3. – С. 37–39.
2. Хвастунов, Н. Н. Использование сканирующего зондового микроскопа в процессе обучения студентов педагогического вуза / Н. Н. Хвастунов, В. В. Карпунин // Учебный эксперимент в образовании. – Саранск. – 2011. – № 4. – С. 34–38.
3. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В. Л. Миронов. – Н. Н. : ИФМ РАН, 2004. – 114 с.
4. Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator / НТ-МДТ, 2008. – 137 с.
5. Карпунин, В. В. Основы сканирующей зондовой микроскопии : методические рекомендации / В. В. Карпунин, Н. Н. Хвастунов; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2012. – 89 с.

УДК 004

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКИ В ВУЗЕ

Т. В. Кормилицына

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

Обсуждается опыт использования свободного программного обеспечения в педагогическом вузе при изучении информатики и различных дисциплин.

Ключевые слова и фразы: лицензия, свободное программное обеспечение, интерактивные среды.

Информатизация образования предполагает прежде всего разработку учебного обеспечения дидактического процесса на основе информационных технологий, которые включают в себя три составляющие: технические устройства, программное обеспечение и учебное обеспечение. Поскольку компьютер является основой информационных технологий, часто информатизация образования понимается как компьютеризация обучения, то есть ис-

пользование компьютера как средства обучения и шире – многоцелевое использование компьютера в учебном процессе. Второй составляющей информационных технологий являются программы, управляющие работой на компьютере, обслуживающие эту работу. Третьей и самой главной составляющей информационных технологий с позиций дидактики является учебное обеспечение. Собственно они и задают, определяют процесс, технологию компьютерного обучения.

Информационную составляющую следует рассматривать в контексте решения задачи полного и адекватного представления обучающимся и педагогу учебной и другого рода информации, способствующей гарантированному достижению поставленных дидактических целей. Современному учителю достаточно сложно выбрать подходящее программное обеспечение и тем более найти методическое сопровождение к нему. Причин много: и кажущееся обилие программных продуктов на рынке программного обеспечения, которое при ближайшем рассмотрении оборачивается отсутствием нужных программ или наличием таковых только в списке так называемого «проприетарного» программного обеспечения, и нехваткой учебной, методической и справочной литературы даже по имеющимся программным продуктам и т. д. Отметим, что настоящее время относится к основному этапу внедрения свободного программного обеспечения согласно «Концепции развития разработки и использования свободного программного обеспечения в Российской Федерации» (Проект v 3.0 от 12 марта 2008 г).

Под свободным программным обеспечением в настоящей Концепции понимается разновидность программ для ЭВМ, лицензионным договором на право использования которых предоставляются следующие права:

- использовать программу в любых, не запрещенных законом целях; получать доступ к исходным текстам программы как в целях изучения и адаптации, так и в целях переработки программы для ЭВМ;

- распространять программу (бесплатно или за плату по своему усмотрению);

- вносить изменения в программу для ЭВМ (перерабатывать) и распространять экземпляры измененной (переработанной) программы с учетом возможных требований наследования лицензии. В концепции указано: «В целях организации повышения квалификации, профессиональной подготовки и переподготовки специалистов в различных отраслях экономики и государственного управления, а также иных заинтересованных лиц необходимо:

- определение, формулирование и описание компетенций, связанных со свободным программным обеспечением, как для массового пользователя, так и для персонала профессиональных участников рынка информационно-коммуникационных технологий, в том числе разработчиков программ для ЭВМ; разработка и распространение учебных программ и учебно-методических материалов для данных компетенций».

Под компетенцией подразумевается знание, умение, навык или их комбинация с заданной степенью детализации с учетом требуемой работодателем

лем сложности, нестандартности и степени ответственности при выполнении работ (объект, предназначенный для изучения и освоения). Для целей образования необходимо обеспечить преподавателям и обучающимся возможность выбора между свободным и закрытым программным обеспечением.

Для реализации выбора необходимо наличие у преподавателя и обучающегося необходимой информации о соответствующем программном обеспечении.

Свободное программное обеспечение развивалось в направлении от инструментальных программ к системным и далее к прикладным, и сегодняшнее положение дел, при котором все перечисленные приложения имеют свободную реализацию, сложилось не сразу. Однако уже в течение нескольких лет основная масса свободных прикладных программ находится на уровне, достаточном для их применения в школьном учебном процессе, и в педагогическом сообществе постепенно накапливается опыт их использования.

Создан сайт Свободного программного обеспечения в российских школах [1]. Высшая школа также решает проблему использования программного обеспечения в пользу свободного по разным причинам, не последняя из которых – высокая стоимость систем, обязательных для изучения по специальности «Информатика» согласно государственным образовательным стандартам. Так, по дисциплине «Информационные технологии в математике» рекомендовано изучение алгоритмов решения математических задач в системах символьной математики Maple, Mathematica, Derive и работа в специализированных математических системах, таких как MatLab и др.

По нашим оценкам для обеспечения такими программами лаборатории из 10 компьютеров необходимо по крайней мере 250–300 тысяч рублей, что могут себе позволить далеко не все вузы. Частичное решение проблемы – интерактивная работа с ресурсами Интернет. Так, ресурсы системы MathCad стали доступны на образовательном математической сайте exponenta.ru, причем класс задач, решаемых на платформе системы, постоянно расширяется.

Более обширны, на наш взгляд, открытые ресурсы системы Mathematica, представленные разработчиками этой системы по адресу [2]. Этот ресурс дает доступ практически ко всем возможностям системы Mathematica, позволяет строить графики и поверхности, причем результат задачи часто сопровождается кратким протоколом решения и графической иллюстрацией. К сожалению, у системы Maple нет открытого доступа к ресурсам, приходится довольствоваться демо-версией, которая, конечно, дает весьма слабые представления о возможностях системы, так как не позволяет пользоваться пакетами расширений, в которых и заключается вся мощь самой системы.

Указанная возможность лишь частично решает проблему, так как интерактивный режим не позволяет пользоваться оригинальным входным языком каждой системы, и у студентов может сложиться искаженное представление о командах систем.

Альтернатива указанному программному обеспечению есть. Так, си-

система символьной математики Maxima и специализированная математическая система Scilab, как показала наша практика, успешно реализуют те же математические задачи, что и перечисленные в государственных образовательных стандартах, однако имеют свободные (правда, несколько различные) лицензии.

Для сопровождения изучения дисциплин государственных стандартов нами используются система Maxima (при изучении дисциплин «Программное обеспечение ЭВМ», «Численные методы», «Информационные технологии в математике») и система Scilab. Возможности системы Maxima практически аналогичны возможностям работы Maple (также реализована наряду с арифметикой с плавающей точкой рациональная арифметика и символьные преобразования). Главная трудность при использовании свободных систем – отсутствие русскоязычной справочной и методической литературы, хотя эта проблема усиленно решается и уже подготовлены к выпуску соответствующие пособия, ссылки на них можно найти в магазине сайта [3]. Нами также разработаны и используются некоторые методические работы. Разработка «Лабораторный практикум по информационным технологиям в математике» размещена в рамках конкурса методических разработок сайта eXponent.ru по адресу [4]. Данная работа является дополнением к учебно-методическому комплексу по дисциплине «Информационные технологии в математике». Работа содержит методические рекомендации и решение типовых задач, а также предлагает варианты заданий для самостоятельного решения в различных свободных программных средствах.

Другая работа «Алгоритмы решения задач теории групп в системах компьютерной алгебры» выполнена в рамках подготовки дипломного исследования и размещена по адресу [5]. В работе всесторонне освещается изучаемая тема, рассматриваются этапы создания систем компьютерной математики, описывается язык, структура, возможности и особенности системы GAP, а также рассматриваются некоторые задачи теории групп и приводятся алгоритмы их решения.

Следует отметить, что система GAP превосходно решает многие задачи теории групп, что явилось основанием для изучения ее студентами в рамках дисциплины «Информационные технологии в математике» и при подготовке дипломных и курсовых проектов. Составлены и используются лабораторные работы по изучению возможностей системы Scilab, размещенные для работы студентов на сайте научно-исследовательской группы педагогического вуза [6].

Таким образом, системы свободного программного обеспечения составляют достойную альтернативу лицензионным коммерческим программным средствам и могут быть использованы как в вузах, так и в школах. Остается надеяться, что в государственных образовательных стандартах нового поколения программы свободного программного обеспечения будут официально указаны в качестве возможного программного обеспечения для изучения дисциплин.

Литература

1. Сайт Свободного программного обеспечения в российских школах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://freeschool.altlinux.ru>.
2. Открытые ресурсы системы Mathematica [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://wolframalpha.com>.
3. Кормилицына, Т. В. Лабораторный практикум по информационным технологиям в математике [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.exponenta.ru/educat/systemat/kormilicyna/index.asp>.
4. Миронова С. М. Алгоритмы решения задач теории групп в системах компьютерной алгебры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.exponenta.ru/educat/referat/XVIIkonkurs/4/index.asp>.
5. Кормилицына, Т. В. Методы организации виртуальных физических экспериментов в программном обеспечении / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2011. – № 1. – С. 36–39.
6. Кормилицына, Т. В. Методы имитационного моделирования в специализированных математических системах / Т. В. Кормилицына // Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования. Герценовские чтения : материалы науч. конф., 11–16 апр. 2011. – Спб. : ПаркКом, 2011. – С. 185–187.

УДК 37.016:519

ОБОБЩЕНИЕ НОВАТОРСКОГО ОПЫТА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

И. В. Егорченко

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

В работе обобщен опыт учебно-методической деятельности учителей-новаторов. Акцент сделан на новаторском опыте учителей математики.

Ключевые слова: новаторство, опыт, обобщение, обучение математике.

В научной литературе слово *нововведение* определяется как целенаправленное изменение, вносящее в образовательную среду новые стабильные элементы, вызывающие переход системы из одного состояния в другое. Ясно, что нововведение связано с обновлением. Под новаторством в энциклопедической литературе понимается проявление нового в созидательной деятельности людей, выражение творческих способностей человека в труде. Под понятием «учитель-новатор» соответственно будем понимать учителей, деятельность которых приводит к обновлению учебно-методической работы, которой присуще развитие творческих способностей человека в образовательном труде.

В настоящее время происходит обновление и содержания, и форм школьной учебной деятельности. Так происходит существенное «расширение» содержания математического образования в процессе использования инновационных форм и методов обучения математике в средней школе: элементы теории вероятностей и математической статистики; разнообразные действия с матрицами и определителями особенно широко используются в русле решения различных задач, связанных с информатизацией знания человека; элементы дискретной математики, также связанной с информатизацией знания человека и развитием и широким распространением компьютерных информационных технологий; начала теории рядов и решения дифференциальных уравнений; специальные разделы элементарной геометрии (радикальная ось и радикальный центр окружности, вневписанные окружности, гармонические четверки точек и т. п.). Обращаясь к вопросу об организации методических форм учебной деятельности на уроке математики в контексте использования инновационных форм и методов обучения математике в средней школе, заметим, что наиболее типичными для использования в практике учебной работы в средней школе являются: элементы дидактических и деловых игр; использование лабораторных и практических работ в обучении математике; использование иллюстрированных справок, экскурсов, мини-исследований, творческих задач; и т. п. Возможно использование и специальных уроков: «уроки открытых сообщений (мыслей)» В. Ф. Шаталова, когда на отдельных уроках решаются задачи самого различного характера; «уроки-консультации» Р. Г. Хазанкина.

Какие же конкретные формы имеет учебная деятельность у учеников В. Ф. Шаталова? Назовем основные из них.

Работа над новым материалом идет следующим образом.

I этап – развернутое образно-эмоциональное объяснение учителем отобранных для урока параграфов (уроки-лекции).

II этап – «сжатое» изложение учебного материала по опорному плакату, озвучивание, расшифровка закодированного с помощью разнообразных символов основных понятий и логических взаимосвязей между ними. Работа с листами – опорными сигналами. Опорный сигнал – это закодированная в легко запоминающихся символах учебная информация.

В этом смысле они, по сути, весьма близки к оперативным схемам действия П. Я. Гальперина, к работе с признаками, свойствами изучаемых понятий и их записью в определенной системе на карточках согласно теории поэтапного формирования умственных действий.

Сама идея глобальных, укрупненных тем «прорабатывается» психологически в виде «основных укрупненных единиц усвоения» (П. М. Эрдниев, П. Я. Гальперин и др.). В памяти каждого современного человека хранятся миллионы опорных сигналов, помогающих ему восстанавливать при необходимости усвоенную информацию.

Известны и специальные мнемонические приемы, своеобразные опорные сигналы, которые придуманы для того, чтобы облегчить запоминание.

«Каждый охотник желает знать, где сидят фазаны».

III этап – изучение опорных сигналов, которые получает каждый ученик и клеивает их в свои альбомы. Психологически это означает формирование учителем приемов смысловой переработки текста, использование учениками опорных сигналов как средств организации своей учебной деятельности, приемов мнемотехники, развитие у школьников общих методов культуры умственного труда.

Важно, что, по наблюдениям В. Ф. Шаталова [3], учащиеся широко применяют эти приемы и при работе с новыми текстами.

IV этап – работа с учебником и листом опорных сигналов в домашних условиях. Индивидуальная домашняя подготовка на основе саморегуляции позволяет решить проблему учебной перегрузки детей.

V этап – письменное воспроизведение опорных сигналов на уроке.

VI этап – ответы по опорным сигналам (письменные и устные: тихие, магнитофонные).

Опрос учителя также требует от учащихся В. Ф. Шаталова новых форм активной деятельности [1]. Введение в практику работы школы новых видов устных ответов учащихся – тихого и магнитофонного – позволило увеличить время активной речи каждого ученика на уроках в течение одного рабочего дня с двух до шести минут. Сходство между тихим и магнитофонным опросами – в их доверительности, «полугласности». Различие в том, что при тихом опросе учитель корректирует ответ ученика сразу и, кроме того, после окончания ответа ученику объявляется оценка. Если в учебном кабинете будет несколько магнитофонов, учитель получит возможность предоставить слово для устных ответов 18–20 учащимся на уроке.

При изучении математики уроки теории чередуются с уроками решения упражнений, и весь, например, материал курса IV класса сгруппирован в 20 листах с опорными сигналами, а курс V класса всего в 12 листах. Это позволяет учителю чередовать опрос учащихся по «теоретическому» материалу через урок. Тихое устное проговаривание усвоенного материала на магнитофон (до 20 человек на одном уроке), увеличивающее разговорную практику и, главное, практику активного воспроизведения учебного материала – его плана, последовательности основных единиц; взаимное прослушивание и оценка учащимися этих записей друг у друга – все это создает необходимость ежедневной подготовки к активному ответу, а использование опорных листов сокращает время этой подготовки (до 20 минут к уроку). После проверки выполненных упражнений учащиеся закрашивают клетки в листе учета решенных задач.

Взаимоконтроль учащихся. При наличии одного магнитофона прослушивание записей поручается ученику параллельного класса во внеурочное время. Эта почетная работа доверяется только лучшим ученикам, не чаще одного раза в учебную четверть. Затраты времени – 15–20 минут.

Практика показала: ученики – очень строгие судьи, и за все годы не было ни одного случая «либерального» отношения к ошибкам товарищей.

VII этап – постоянное повторение и углубление ранее изученного материала (организация взаимопомощи – «педагогический десант» – не только между одноклассниками, но и между старшими и младшими учениками).

Домашнее задание дается сразу на весь учебный год. Тетради с решенными упражнениями сдаются на каждом уроке. Причем любой ученик вправе выполнить столько, сколько он пожелает или успеет, учитывая время, необходимое на подготовку к другим урокам. Поэтому никак не поощряются те, кто стремится любой ценой опередить всех, решая ежедневно десятки самых разнообразных упражнений. Их количество определяется индивидуально, как и последовательность решения.

Суть этой деятельности – приобщение самого ученика к процессу «добывания» знаний, вооружение способами учебной деятельности, навыками ее самооценки и саморегуляции.

Поддерживать желание трудиться на совесть, с полной самоотдачей помогают, в частности, и листы открытого учета знаний. Раскроем механизм их действия. Каждая оценка, получаемая учеником, заносится на большой лист – ведомость открытого учёта знаний. Ведомость всегда на виду у всех и каждого, и оценки в ней становятся постоянно действующим фактором. Каждый ученик знает, что любая нежелательная оценка может быть исправлена. Это очень важное отличие ведомости открытого учета от дневников и журналов: и двойка, и тройка, и четверка не ставятся навечно. Они лишь констатируют, какой именно материал усвоен плохо или недостаточно. Этот сигнал тоже побуждает к действию, ежедневно напоминая: ты еще не ликвидировал пробел.

Все оценки, кроме отличных, выставлены простым карандашом. А это значит, что, если ученику не нравится тройка, он приходит и рассказывает учителю тот (и никакой иной!) раздел, за который она получена.

«Уроки открытых мыслей» – это еще один в высшей степени плодотворный вид учебной работы. Систематическое чтение на уроках отдельных глав из книг, журнальных статей и газетных сообщений незамедлительно вызвало ответную реакцию ребят: они стали сами приносить в школу брошюры, газеты, а иной раз и просто краткие записи теле- и радиопередач. Тогда слово было предоставлено самим учащимся на специально отведенных для этого уроках. Так пришла идея уроков открытых сообщений.

В процессе использования Шаталовым «стенда задач» в один из дней на видном месте в вестибюле школы появляются планшеты, на которых – проблемные задачи.

Три из них уже имеют решение, а над четвертой ломают головы и рационализаторы, и изобретатели. Ученики видят перед собой четыре задачи, разговор о которых будет проходить через неделю или даже через две на одном из уроков открытых мыслей.

Система работы Хазанкина позволяет успешно разрешать многие противоречия процесса обучения математике и отличается следующими особенностями:

– изучение теоретического материала сочетается с процессом решения ключевых (опорных) задач; осуществляется использование различных форм усвоения знаний, умений и навыков, необходимых для дальнейшего изучения математики и ее приложений (уроки-лекции, уроки решения ключевых задач, – реализация укрупнения дидактических единиц);

– происходит формирование интереса учащихся к предмету математики и, соответственно, развитие их способности к дальнейшему самообразованию по предметам, использующим математику (уроки-консультации, работа «Научного общества учащихся»);

– осуществляется формирование универсальных учебно-трудовых навыков планирования и рационализации познавательной самостоятельности; осуществление «вертикального» контроля учащихся (ученика пятого класса контролирует и консультирует учащийся шестого класса, шестиклассника – семиклассник, семиклассника – уже учитель);

– реализуется «система взаимообучения» и многократного повторения и контроля изученного, так как данного учащегося контролирует старший ученик, а сам этот ученик – повторяют изученный материал, контролируя и консультируя младшего школьника.

В работе Р. Г. Хазанкина [2] осуществляется выполнение следующих условий:

1. Планирование учебной нагрузки учителя осуществляется так, чтобы у него образовалась «вертикаль». При этом учебный процесс строится таким образом, чтобы каждый ученик более старшего класса был активным помощником учителю в обучении одного ученика из класса ниже.

2. Система совместной работы учащихся и учителя включает в себя:

а) проведение уроков-лекций с целью изучения новой темы крупным блоком, активизации школьников при изучении нового, экономии времени для дальнейшей творческой работы;

б) проведение уроков решения ключевых задач по теме. Учитель вместе с учащимися выполняет минимальное число задач, на которых реализуется изученная теория, учит распознавать и решать ключевые задачи;

в) проведение уроков-консультаций, на которых вопросы задают ученики, а отвечает на них учитель;

г) проведение зачетных уроков, целью которых является организация индивидуальной помощи учащимся, постепенная подготовка их к решению более сложных задач; контроль усвоения пройденной темы;

д) организация систематической и целенаправленной внеклассной работы по математике с целью развития творческих способностей учащихся (научное общество учащихся).

Обобщение особенностей и этапов организации учебной деятельности учителей-новаторов

В. Ф. Шаталов	Р. Г. Хазанкин
На предварительное повторение учебного материала перед началом учебного года (в первой четверти) отводится около двух месяцев	Проходят летние занятия в лагере труда и отдыха в рамках работы научного общества учащихся (НОУ). НОУ функционирует в течение всего календарного года
1. Изучение новых тем. Осуществляется крупноблочное изложение новых тем (2–3 параграфа) в процессе школьных учебных лекций	
<p>В течении 2–3 уроков осуществляется изложение нового материала в форме школьной лекции.</p> <p>Далее, на следующем уроке происходит повторение изложенного материала с обращением внимания учащихся на «ключевые моменты».</p> <p>Осуществляется использование опорных сигналов (конспектов). Далее следует урок контроля за качеством усвоения школьниками содержания данных опорных сигналов</p>	
2. Уроки решения ключевых (опорных) задач	
Выполняется решение опорных задач (иллюстративный метод изучения)	Выполняется решение ключевых задач (в форме урока-лекции). Далее – урок-консультация по решению ключевых задач
3. Уроки решения задач. Осуществляется серия уроков, нацеленных на овладение школьниками способами решения задач, относящихся к изучаемой теме	
4. Вертикальный контроль. Осуществляется проведение уроков-консультаций	
Осуществляется регулярное проведение уроков-консультаций, уроков-сообщений, уроков «открытых» задач (учащихся)	Осуществляется «вертикальный подбор» классов учителю и соответственно «вертикальный» контроль и консультации
Работа всей школы происходит на основе экспериментальной методики. «Плошки» (вертикальный контроль). Релейная контрольная работа (один раз в четверть или полугодие)	Происходит урок-консультация учителя, затем – зачетный урок (один на 12–15 «обычных» уроков)
5. Внеурочная и внеклассная работа	
Стенд задач. Система дидактических игр. Уроки открытых сообщений и задач	Научное общество учащихся (НОУ)

Итак, основными особенностями работы учителей-новаторов в процессе обучения математике являются:

1. *Укрупнение дидактических единиц в процессе обучения* (использование опорных сигналов, ключевых задач, «ключей» – Е. Н. Ильина и т. п.).

2. *Множественное вариативное повторение*. Это осуществляется в процессе уроков-лекций, изучения опорных сигналов, устных опросов и

письменных форм контроля. При этом широко используются ассоциации, мнемонические приемы запоминания.

3. *Многokратный систематический контроль.* Устный, письменный контроль, взаимоконтроль учащихся. Вертикальный контроль ЗУН.

4. *Система мотивации учебной деятельности.* «Открытый учет знаний», «Стенд задач», уроки «открытых сообщений», уроки решения ключевых задач, работа в «Научном обществе учащихся».

5. *Сочетание гуманизации и дифференциации обучения.* Задание на дом задается сразу на весь учебный год, но темы и количество задач, решенных в данный день, регулируется учащимся в зависимости от собственной потребности и возможности. Имеется постоянная возможность исправления полученной отметки на более высокую. Имеется выбор: отвечать или нет на уроке в процессе опроса, например, по «опорным сигналам» (а также выбор – в данный момент отвечать или позже).

6. *Система взаимообучения.* Доминирующая часть работы по консультации и взаимоконтролю учащихся осуществляется самими учениками.

Литература

1. Шаталов, В. Ф. Педагогическая проза : из опыта работы школ г. Донецка / В. Ф. Шаталов. – М. : Педагогика, 1980. – 96 с.

2. Шаталов, В. Ф. Учить всех, учить каждого: педагогический поиск / В. Ф. Шаталов. – М. : Педагогика, 1990. – С. 143–210.

3. Шаталов, В. Ф. Эксперимент продолжается / В. Ф. Шаталов. – М. : Педагогика, 1989. – 336 с.

УДК 512.662.1

ОПИСАНИЕ ГОМОТОПИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АНАЛОГА СИМПЛИЦИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА В ТЕРМИНАХ ОПЕРАД

М. В. Лadoшкин

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

В статье рассматривается построение операды, отвечающей высшим симплициальным множествам. Описывается соответствие между ранее известными операдами, отвечающими алгебрам Ли, и операдой, отвечающей высшему симплициальному множеству.

Ключевые слова и фразы: гомотопия, симплициальные множества, алгебры Ли, операды.

Построение гомотопически устойчивых аналогов различных алгебраических структур является важной задачей современной алгебраической топологии. Кроме дополнительной информации о свойствах изучаемых объектов, такие структуры могут помогать различать объекты, совпадающие до определенного уровня. Гомотопически устойчивые аналоги находят свое приложение в смежных областях науки, таких как математическая физика.

В последние 10–15 лет все большую роль в алгебраической топологии начинает играть операдная техника. Актуальность ее использования следует из того, что для описания структур на пространствах петель, помимо высших гомотопий к ассоциативности, нужно включать и гомотопии к коммутативности, а также соотношения между ними. Удобным языком для описания подобного рода структур является язык операд и пространств над операдами, введенный Мэем [1].

Определение 1. Операдой \mathcal{E} будем называть семейство пространств $\mathcal{E}(j)$, $j \geq 1$ (точки которых следует представлять себе как j -арные операции), для которых выполняются следующие условия:

1. Пространство $\mathcal{E}(0)$ содержит единственную отмеченную точку $*$.
2. Заданы непрерывные отображения:

$$\gamma: \mathcal{E}(k) \times \mathcal{E}(j_1) \times \mathcal{E}(j_2) \times \dots \times \mathcal{E}(j_k) \rightarrow \mathcal{E}(j),$$

удовлетворяющие следующему соотношению ассоциативности:

$$\gamma(\gamma(u \times v_1 \times v_2 \times \dots \times v_k) \times w_1 \times w_2 \times \dots \times w_j) = \gamma(u \times u_1 \times u_2 \times \dots \times u_k),$$

где $u \in \mathcal{E}(k)$, $v_t \in \mathcal{E}(j_t)$, $w_s \in \mathcal{E}(j_s)$, а значения символов u_i определяются по правилу:

$$u_i = \begin{cases} \gamma(v_i \times w_{j_1+j_2+\dots+j_{i-1}+1} \times \dots \times w_{j_1+j_2+\dots+j_i}), & \text{если } j_i \neq 0, \\ *, & \text{если } j_i = 0. \end{cases}$$

3. Выделен единичный элемент $1 \in \mathcal{E}(1)$, такой что $\gamma(1 \times u) = u$ для любых $u \in \mathcal{E}(j)$ и $\gamma(u \times 1 \times 1 \times \dots \times 1) = u$ для любых $u \in \mathcal{E}(k)$.

4. Определены правые действия симметрических групп Σ_j на пространствах $\mathcal{E}(j)$, причем справедливы следующие формулы эквивариантности:

$$\begin{aligned} \gamma(u\sigma \times v_1 \times v_2 \times \dots \times v_k) &= \\ &= \gamma(u \times v_{\sigma^{-1}(1)} \times v_{\sigma^{-1}(2)} \times \dots \times v_{\sigma^{-1}(k)})\sigma(j_1, j_2, \dots, j_k), \\ \gamma(u \times v_1\tau_1 \times \dots \times v_k\tau_k) &= \gamma(u \times v_1 \times v_2 \times \dots \times v_k)(\tau_1 \times \tau_2 \times \dots \times \tau_k), \end{aligned}$$

где $\sigma(j_1, j_2, \dots, j_k)$ – перестановка j элементов, получающихся в результате того, что разбивают множество из этих элементов на k блоков по j_1, j_2, \dots, j_k элементов и воздействуют на эти блоки перестановкой σ ; $\tau_1 \times \tau_2 \times \dots \times \tau_k$ –

образ элемента $(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k)$ при вложении прямого произведения подстановок Σ_{j_k} в группу Σ_j .

Определение 2. Пространство X будем называть пространством над операдой \mathcal{E} или просто \mathcal{E} –пространством, если задано отображение операд $\mu: \mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}_X$, где \mathcal{E}_X – операда эндоморфизмов пространства X .

Определение операды может быть дано с использованием понятия симметрического семейства и специального умножения симплициальных семейств (операдного креста). Этот способ описал В. А. Смирнов, он активно используется для сокращения записи определения и позволяет одновременно рассматривать отображения операд.

Также отметим, что если каждое из множеств $\mathcal{E}(j)$ будет являться одноточечным множеством, действие симметрической группы будет тривиальным, а структура операды задана формулой:

$$\gamma(e(k)xe(j_1)xe(j_k)) = e(j_1 + \dots + j_k), \quad (1)$$

то такая операда (ее обозначают E_0) отвечает заданию на пространстве структуры коммутативного моноида. Если на каждом этаже $\mathcal{E}(j)$ операды E_0 рассмотреть свободное действие группы подстановок Σ_j , то получим операду, отвечающую заданию обычного (не обязательно абелева) моноида.

Приведенные примеры показывают, что алгебраической конструкции можно поставить в соответствие операду, которая позволяет отмечать саму структуру и свойства операций. Чем более сложна структура, тем сложнее будет действие симметрической группы и отображение операдного умножения.

Основные современные топологические конструкции – A_∞ -пространства и E_∞ -пространства также могут быть описаны с помощью понятия операды.

Перейдем к описанию операды, которая задавала на пространстве структуры высшего симплициального множества. Напомним его определение.

Дадим несколько вспомогательных определений. Для этого рассмотрим сначала упорядоченный набор натуральных чисел i_1, \dots, i_k , в котором каждый индекс принадлежит множеству натуральных чисел.

Определение 3. Будем обозначать $t(i_j)$ для числа i_j , входящего в i_1, \dots, i_k , если $i_{r_1} < i_j, \dots, i_{r_t} < i_j$, и $r_1 > j, \dots, r_t > j$. Другими словами, t – количество чисел $i_s < i_j$, стоящих правее i_s .

Определение 4. Будем обозначать \tilde{t}_j для числа i_j , входящего в i_1, \dots, i_k , если $\tilde{t}_j = i_j - t$, где t вычисляется согласно определению 2.

Определение 5. Будем обозначать $p(i_j)$ для числа i_j , входящего в i_1, \dots, i_k , если $i_{r_1} \leq i_j, \dots, i_{r_t} \leq i_j$, и $r_1 > j, \dots, r_t > j$. Другими словами, p –

количество чисел $i_s \leq i_j$, стоящих правее i_s . Также можно сказать, что $p(i_j)$ – число инверсий в подстановке (i_1, \dots, i_k) , соответствующих элементу i_j .

Определение 6. Будем обозначать \tilde{i}_j для числа i_j , входящего в i_1, \dots, i_k , если $\tilde{i}_j = i_j + p$, где $p = p(i_j)$, вычисленный согласно определению 5.

Используя вышеприведенные утверждения, сформулируем определение гомотопически устойчивого аналога симплициального множества [2].

Определение 7. Будем называть высшим симплициальным множеством, или, для краткости, S_∞ -множеством, цепной комплекс X с заданными на нем высшими симплициальными операторами $\partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t}$, удовлетворяющими следующим условиям:

$$d\partial s_{i_1} = \partial s_{i_1} d, \tag{2}$$

$$d\partial s^{j_1} = \partial s^{j_1} d, \tag{3}$$

и для любой упорядоченной последовательности $i_1, i_2, \dots, i_k, j_1, j_2, \dots, j_t$ выполняется соотношение:

$$\sum_{\sigma \in S_k} \sum_{I_\sigma} r_{\sigma(\overline{s_1}), \dots, \sigma(\overline{s_t})} r_{\sigma(\overline{s_{t+1}}), \dots, \sigma(\overline{s_k})} = 0, \tag{4}$$

где суммирование идет в первом случае по всем возможным перестановкам из симметрической группы S_k , а во втором – по множеству I_σ всех разбиений набора $(\overline{\sigma(i_1)}, \dots, \overline{\sigma(i_t)})$ на два строго упорядоченных блока $(\overline{\sigma(i_1)}, \dots, \overline{\sigma(i_k)})$ и $(\overline{\sigma(i_{k+1})}, \dots, \overline{\sigma(i_t)})$, то есть блоки, в которых выполняется условие $\overline{\sigma(i_1)} < \overline{\sigma(i_2)} < \dots < \overline{\sigma(i_k)}$ и $\overline{\sigma(i_{k+1})} < \overline{\sigma(i_{k+2})} < \dots < \overline{\sigma(i_t)}$. Значение символа $r_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}$ определяется следующей схемой:

$$r_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}} = \begin{cases} \partial_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}, & \text{если } \sigma(s_q) = i_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k \\ s_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}, & \text{если } \sigma(s_q) = j_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k \\ \partial s_{\overline{\sigma(p_1)}, \dots, \overline{\sigma(p_t)}}^{\overline{\sigma(p_1)}, \dots, \overline{\sigma(p_t)}}, & \text{если } \sigma(s_q) = i_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k, \\ & \sigma(p_1) = j_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k \end{cases} \tag{5}$$

где символы \tilde{i}_j и \tilde{j}_j рассматриваются в смысле определений 4 и 6.

В формуле (5) символом $\partial_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}$ для сокращения записи обозначен высший смимплициальный оператор $\partial s_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}$, символом $s_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}$ – высший симплициальный оператор $\partial s_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}$.

Опишем операду, отвечающую данному высшему симплициальному множеству. Опишем пространство $\mathcal{E}(1)$, которое состоит из высших симплициальных операторов $\partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t}$, дифференциала d и выделенного тождественного отображения. Структуру операды (то есть все элементы всех выс-

ших пространств $\mathcal{E}(k)$ зададим формулой (1). Этот способ используется всегда, когда в самой структуре, которую имитирует операда, не присутствуют многоместные операции. В нашем случае все рассматриваемые операции – унарные, поэтому многоместные операции получаются простой итерацией.

Учет свойств высшего симплициального множества будет осуществляться описанием действия симметрической группы на множестве $\mathcal{E}(k)$. Для описания действия достаточно будет описать только действия симметрической группы второго порядка Σ_2 на $\mathcal{E}(2)$, а остальные действия на высших пространствах $\mathcal{E}(k)$ будут определяться из условия определения операдного умножения и его связи с действиями симметрической группы. Будем обозначать элементы группы подстановок Σ_2 $E=(1,2)$ – тождественная подстановка, и $T=(2,1)$ – перемена элементов местами. Тогда, используя операдные соглашения, получим соотношения:

$$\begin{aligned} \gamma(d \times \partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t}) T &= \gamma(d \times \partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t}) E = \gamma(\partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t} \times d) = \\ &= d \circ \partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t} \in \mathcal{E}(2) \end{aligned} \quad (6)$$

таким образом, мы описали требование того, что высшие симплициальные операторы являются цепными отображениями, то есть выполнялись условия (2), (3) и все следствия из них с использованием формул (4), (5) – напомним, что выполнение всех этих условий гарантирует выполнение условия, что высшие симплициальные операторы будут являться цепными отображениями. Положим теперь, что $\gamma(d \times d)T = -\gamma(d \times d)E$.

Исключим из рассмотрения поле характеристики 2, это означает:

$$\gamma(d \times d) = \gamma(d \times d)T = -\gamma(d \times d)E = -\gamma(d \times d) = 0, \quad (7)$$

откуда следует, что отображение d является дифференциалом в цепном комплексе. Таким образом, нам осталось определить действия подстановок E и T на парах высших симплициальных операторов:

$$\gamma(\partial s_{i_1, i_2, \dots, i_k}^{j_1, j_2, \dots, j_t} \times \partial s_{p_1, p_2, \dots, p_k}^{q_1, q_2, \dots, q_t}) T = -\sum \gamma(r_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}} \times r_{\overline{\sigma(s_{t+1})}, \dots, \overline{\sigma(s_k)}}), \quad (8)$$

где суммирование идет по всевозможным разбиениям последовательности по всем возможным действиям группы подстановок $\Sigma_{k+k+t+t}$ на последовательность:

$$i_1, i_2, \dots, i_k, p_1, p_2, \dots, p_k; j_1, j_2, \dots, j_t, q_1, q_2, \dots, q_t$$

с одновременным суммированием по всем возможным разбиениям данной последовательности на два строго упорядоченных блока $(\overline{\sigma(l_1)}, \dots, \overline{\sigma(l_k)})$ и $(\overline{\sigma(l_{k+1})}, \dots, \overline{\sigma(l_t)})$, то есть блока, в которых выполняется условие:

$$\overline{\sigma(l_1)} < \overline{\sigma(l_2)} < \dots < \overline{\sigma(l_k)} \text{ и } \overline{\sigma(l_{k+1})} < \overline{\sigma(l_{k+2})} < \dots < \overline{\sigma(l_t)},$$

за исключением самого ряда:

$$i_1, i_2, \dots, i_k, p_1, p_2, \dots, p_k; j_1, j_2, \dots, j_t, q_1, q_2, \dots, q_t.$$

В данном случае под символом σ понимается фиксированная подстановка из группы $\Sigma_{k+k+t+t}$, а символы символа $r_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}$ принимают значения согласно следующей схеме:

$$r_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}} = \begin{cases} \partial s_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}, & \text{если } \sigma(s_q) = i_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k, \\ \partial s_{\overline{\sigma(s_1)}, \dots, \overline{\sigma(s_t)}}, & \text{если } \sigma(s_q) = j_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k, \\ \partial s_{\overline{\sigma(p_1)}, \dots, \overline{\sigma(p_t)}}, & \text{если } \sigma(s_q) = i_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k, \\ & \sigma(p_1) = j_k \text{ для некоторых } q \text{ и } k, \end{cases} \quad (9)$$

где символы \tilde{i}_j и \hat{i}_j рассматриваются в смысле определений 4 и 6 (то есть прибавление или вычитание числа инверсий в зависимости от того, к граням или вырождениям относится соответствующий индекс).

Данная схема позволяет использовать действие группы подстановок как гарантию выполнения условий (5) из определения высшего симплициального множества ввиду практически идентичности формул (5) и (9). Высшие пространства операды $\mathcal{E}(k)$ будут образовываться путем применения условий (4) из определения операды.

Таким образом, будет получена вся структура операды. Заметим, что структура операды в целом не поддается хорошему описанию и систематизации, но на конкретных примерах всегда можно вычислить то или иное значение высшей грани или высшего умножения, а также необходимые высшие симплициальные соотношения, за которые и отвечают элементы высших пространств $\mathcal{E}(k)$ операды.

Обозначим полученную операду S_∞ .

Теорема 1. Пространство над операдой S_∞ (S_∞ -пространство) является высшим симплициальным множеством (или S_∞ -множеством). Другими словами, высшее симплициальное множество является топологической реализацией операды S_∞ .

Литература

1. May, J. P. Simplicial objects in algebraic topology / J. P. May. – Van Nostred, Math.Studies, 11, 1967. – 162 p.
2. Ладоскин, М. В. Гомотопически устойчивый аналог симплициального объекта / М. В. Ладоскин // Известия вузов. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2012. – № 4. – С. 4–11.

УДК 378:37.016:53(045)

РАЗРАБОТКА ВИДЕОЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

В. И. Кудряшов, А. В. Фатеев

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

В статье приводится технология создания и примеры видео задач используемых в преподавании курса физики 7 класса общеобразовательного учреждения.

Ключевые слова и фразы: видеозадача, демонстрация, физическая задача.

Ведущий дидактический принцип, заложенный в основу разработки видеозадач, – принцип наглядности. При изучении физики в средней школе невозможно представить учебный процесс без физических задач. Чаще всего они даются в виде текстов, в настоящее время следует выделить новый тип задач – видеозадачи.

Такая задача представляет собой видеоролик физического демонстрационного эксперимента [1]. Возможен сюжет из повседневной жизни (например, движение автомобилей по дороге при изучении механического движения).

Условие задачи можно сформулировать, просматривая видеоролик с физическим экспериментом, который демонстрирует преподаватель, акцентируя внимание учащихся на существенных моментах. Большую часть представленных экспериментов учащиеся могут позже провести сами с реальными физическими приборами или пронаблюдать их в быту, чтобы убедиться в справедливости увиденного на экране.

Некоторые эксперименты в рамках школы провести невозможно, а представление о физическом процессе или явлении без наглядного примера будет неполным (например, если говорить о способах измерения радиоактивности).

С практической точки зрения видеозадачи выгодно отличаются от представленных в виде текста или рисунка тем, что:

- демонстрируется *реальный* эксперимент с тем или иным физическим процессом или явлением;
- существенно меняется механизм восприятия содержания задачи (учащийся после просмотра видеозадачи сразу представляет всю «картинку»);
- одновременно задействуются зрение и слух и связанное с ними образное мышление, зрительная память и т. д.;
- задача предстает в динамичном, а не в статичном виде;

– повышается интерес учащихся к предмету, возрастает познавательная активность, углубляется и расширяется понимание изучаемых физических понятий, явлений или закономерностей [2].

Последовательность выполняемых при видеоанализе действий оказывается фактически одинаковой во всех перечисленных программных средах:

- создание собственного видеоматериала;
- оцифровка траектории движения предмета;
- проведение математической обработки экспериментальных кривых;
- создание дидактических материалов об изученном движении.

Видеосъемка стала доступным инструментом при проведении урока, дающим возможность документировать ход урока или фиксировать изучаемые явления. Появились электронные библиотеки, ориентированные на учителей-предметников, включающие коллекции видеофрагментов, которые могут быть использованы на уроке. Имеющаяся в арсенале учителя видеокамера делает возможным расширение стандартных коллекций своими экспериментами.

Видео используется на уроке в качестве иллюстрации и может быть источником данных о проводимом эксперименте. Видеоанализ является инструментом, превращающим видео из иллюстрации в источник данных.

Технология создания видеофильма – творческий процесс, разбитый на определенные этапы и направленный на достижение главного результата – создание видеофильма. Каждому этапу соответствуют особые задачи и средства, позволяющие решить эти задачи.

1 этап: выбор темы видеофильма. Этап носит информационно-мотивационный характер. На этом этапе учитель выступает в роли автора сценария.

2 этап: выбор звука и музыки. Для записи звука к видеозадаче используется синхронный и несинхронный звук. Синхронный звук, как правило, используется при проведении событийных видеосъемок, при съемке монологов, для передачи атмосферы места действия.

3 этап: создание сценария. Фильм складывается из кадров, сцен и эпизодов. Кадр – наименьшая динамическая единица фильма. Съемочный кадр несколько длиннее того кадра, который будет виден на экране после монтажа фильма. Этот кадр называют *монтажным*.

Для каждого кадра нужно выбрать наиболее подходящий для него план и масштаб съемки. Особую роль в этом играет выразительность кадра и необходимость передачи каких-либо содержащихся в нем сведений.

4 этап: проведение видеосъемок. После написания сценария, выбора соответствующих сюжетов, места проведения съемок и музыкального оформления можно приступить к съемке фильма.

5 этап: составление монтажного плана. *Монтажный план* – это перечень кадров, составленный в том порядке, в котором эти кадры должны быть расположены в фильме. Благодаря ему ускоряется работа по монтажу, монтажный план предохраняет от ошибок, позволяет ориентироваться в форме

будущей картины, облегчает написание текста и озвучивание. План составляется после тщательного ознакомления со всем снятым материалом и определения основной концепции монтажа фильма.

6 этап: монтаж фильма. На данном этапе происходит разработка конструкции, объединяющей содержание в единое целое. Задача конструкции – сохранить все в равновесии и гармонии. Основная роль отводится систематизации видеоматериала в определенном логическом порядке в соответствии с требованиями драматургии и кинематографической фотогеничности.

Общие композиционные закономерности построения фильма по своему преломляются в микромире фильма – эпизоде. При этом следует учесть, что в кино, как и любом искусстве, форма играет чрезвычайно важную роль, но она не должна доминировать над содержанием. Только единство содержания и формы, равновесие между ними и содружество могут дать необходимый результат. Длинным может быть рабочий материал для просмотра или хранения в архиве, а фильм должен быть кратким, лаконичным, легким по содержанию и точно отвечать своей главной задаче – ради чего он снимался.

Разработанные задачи были взяты из курса физики седьмого класса общеобразовательного учреждения.

Для анализа возможности составления и использования видеозадач была изучена рабочая программа по физике для 7 класса общеобразовательной школы и методические материалы к этому курсу. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Перечень демонстраций, допускающих составление видеозадач

№	Изучаемые темы	Демонстрации
1.	Что изучает физика. Физические явления. Наблюдения и опыты	Солнечные часы, гроза, таяние снега (льда)
2.	Физические величины, измерение физических величин, взаимодействия	Измерение длины стола путем сравнения с другой длиной (метр), цена деления прибора (линейки), измерение цены деления
3.	Строение вещества. Молекулы	При нагревании объем тела увеличивается. Доказательство малости всех молекул
4.	Движение молекул	Диффузия
5.	Три состояния вещества	На примере растапливания снега в сковородке
6.	Притяжение и отталкивание	Натяжение жидкости
7.	Механическое движение. Равномерное движение	Изменение положения тела относительно других тел
8.	Рычаг	Виды рычагов, применение, плечо силы
9.	Расчет пути и времени движения	Тело, брошенное под углом к горизонту.
10.	Инерция	Тележка скатывается с наклонной плоскости. Сырое и вареное яйцо, волчок
11.	Взаимодействие тел	Изменение скорости при взаимодействии тел (тележек)

№	Изучаемые темы	Демонстрации
12.	Масса тела. Единицы массы	Взаимодействие тележек разной массы при помощи упругой пластинки, измерение массы на весах
13.	Плотность вещества	Измерение одинаковых брусков разного вещества на весах
14.	Сила	Сжатие пружины, притяжение тел магнитом, Движение тележки с применением силы
15.	Явление тяготения. Сила тяжести	Тело, брошенное вертикально вниз, вверх, под углом к горизонту
16.	Сила упругости. Вес тела. Связь между силой тяжести и массой тела	Давление тела на опору, натяжение нити
17.	Сила трения	Движение тела по разным плоскостям
18.	Трение покоя. Трение в природе и технике	Движение автомобиля
19.	Давление	Площадь опоры, на которую действует сила
20.	Давление газа	Колокол воздушного насоса с шариком Поршень, закон Бернулли
21.	Закон Паскаля	Поршень, насос
22.	Сообщающиеся сосуды	Два полых сосуда, соединенных трубкой, чайник, лейка, манометр
23.	Атмосферное давление	Магдебургские тарелки
24.	Поршневой жидкостный насос	Принцип работы насосов
25.	Гидравлический пресс	На принципе работы насоса
26.	Архимедова сила. Плавание судов	Картезианский водолаз, тайна бермудского треугольника, опускание тела в сосуд с жидкостью, влияние плотности тел на погружение в жидкость
27.	Работа	Движение тележки при соударении с шариком
28.	Мощность	Соотношение различных видов техники
29.	Момент силы	Равновесие рычага, плечо силы, равенство работ
30.	Коэффициент полезного действия механизма	Понятие груза при помощи подвижного блока
31.	Потенциальная и кинетическая энергия	Тело, брошенное вертикально вверх, вниз, переход одного вида энергии в другой на примере ее

Ниже представлены некоторые сценарии видеозадач по физике для седьмых классов образовательных учреждений [3].

Видеозадача «Магдебургские тарелки».

1. *Съемка общим планом.* На столе лежат два полушария, стоит насос и штатив.

Возьмем два полушария, соединим их. Обратите внимание на то, что полушария без каких либо усилий рассоединяются. Можно ли сделать так, чтобы полушария было трудно разорвать?

2. *Съемка крупным планом.* С помощью насоса откачиваем воздух между полушариями. Теперь попробуем их разъединить. Мы видим, что полушария не разрываются.

Подвесим скрепленные полушария на штатив. Подвесим к нижнему полушарию гирию. Сможет ли гирия разорвать полушария?

Проведем следующий опыт: слегка приоткроем кран и дадим возможность воздуху поступать в пространство между полушариями. Как вы видите, полушария разъединились.

Вопросы:

1. За счет чего полушария держатся?
2. Почему при поступлении воздуха пространство между полушариями распадается?

Объяснение. При выкачивании воздуха из полушарий внешнее атмосферное давление становится больше, чем внутри полушарий, за счет чего они и держатся, а при впуске воздуха атмосферное давление становится равным, и полушария легко разорвать.



Рис. 1. Кадр видеозадачи «Магдебургские тарелки»

Видеозадача «Веселые качели».

1. *Съемка крупным планом.* Передо мной стоят самодельные качели из обычной восковой свечи. Подожжем оба конца свечи. Как мы видим, качели работают без какого-либо вмешательства со стороны.

Вопрос: понаблюдайте за работой качелей и объясните, почему свеча качается.

Объяснение. После воспламенения свеча горит неравномерно, за счет чего при плавлении парафина легче становится то один конец свечи, то другой. Именно поэтому свеча начинает раскачиваться.



Рис. 2. Кадр видеозадачи «Веселые качели»

Использование видеозадач обогащает процесс обучения, позволяет сделать его более эффективным, вовлекая в процесс восприятия учебной информации большинство чувственных компонент обучаемого.

Видеозадачи превращают учебную наглядность из статической в динамическую, что дает возможность отслеживать изучаемые процессы во времени.

Литература

1. Кудряшов, В. И. Возможности использования школьной оптической скамьи ШОС 2 при изучении раздела «Волновая оптика» / В. И. Кудряшов // Учебный эксперимент в образовании. – 2010. – № 4. – С. 57–61.
2. Кудряшов, В. И. Использование видеозадач при изучении физике в школе / В. И. Кудряшов // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 4. – С. 39–41.
3. Тульчинский, М. Е. Качественные задачи по физике в средней школе / М. Е. Тульчинский. – М. : Просвещение, 1972. – 239 с.

УДК 532.685:537.2:539.19

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ НЕУСТОЙЧИВОСТЕЙ НА ЗАРЯЖЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ ЖИДКОСТИ*

С. М. Миронова

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

Сформулирована и исследована математическая модель распространения и неустойчивости волн на заряженной поверхности цилиндрического столба электропроводной жидкости бесконечной длины, окружающей коаксиально расположенное, бесконечное пористое ядро. Найдены условия, при которых возмущения жидкого столба становятся неустойчивыми и приводят к его распаду на цепочку из соединенных капель.

Ключевые слова и фразы: цилиндрический столб жидкости, пористая среда, затухание волн, распад на капли, электрическое поле.

Распространение поверхностных волн в слое жидкости на пористом основании рассмотрено в работе [1]. Задача о волнах на поверхности струи жидкости впервые была решена Релеем [2]. Волны на заряженной поверхности струи жидкости исследованы в [3]. Задача о волнах на поверхности струи магнитной жидкости рассмотрена в [4].

Рассматривается распространение бегущих затухающих волн по заряженной поверхности цилиндрического объема электропроводной жидкости, внутри которого находится коаксиально расположенное цилиндрическое ядро из пористого материала

Данную задачу будем решать в цилиндрической системе координат (r, θ, z) . Ось Oz направим по оси пористого цилиндра, совпадающей с осью коаксиального цилиндрического конденсатора, к электродам которого приложена разность потенциалов V . Внутренним электродом конденсатора является поверхность проводящей жидкости. Радиус пористого цилиндра, невозмущенной поверхности жидкости и внешнего электрода обозначим a , a_0 и b соответственно. Влиянием окружающего воздуха на распространение волн будем пренебрегать. Силу тяжести предполагаем отсутствующей. Учитываем наличие поверхностного натяжения.

Как известно, электрический заряд будет сосредоточен на поверхности электропроводной жидкости. Внутри жидкости и пористой среды напряженность электрического поля $E = 0$ и будет отлична от нуля в промежутке между электродами. На поверхности проводника выполняется известное со-

* 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 № 14.132.21.1353.

отношение $E_n = E n = 4\pi\sigma$, где n – единичная внешняя нормаль к поверхности жидкости, σ – плотность поверхностного заряда. Величины, относящиеся к пористой среде и свободной жидкости, в необходимых случаях обозначаются индексами 1 и 2 соответственно.

Уравнения движения электропроводной жидкости в пористой среде при условии $E = 0$ имеют вид [1]:

$$\frac{\rho}{\Gamma} \frac{\partial u_1}{\partial t} = -\text{grad } p_1 - \frac{\eta}{K} u_1, \quad \text{div } u_1 = 0. \quad (1)$$

Здесь ρ – плотность жидкости, Γ – пористость (отношение объема пор ко всему элементарному объему среды), η – вязкость, K – коэффициент проницаемости пористой среды, p_1 – давление, u_1 – макроскопическая скорость фильтрации, связанная со средней скоростью v_1 жидкости в порах соотношением $u_1 = \Gamma v_1$.

Уравнения движения свободной жидкости при $E = 0$ и в предположении, что амплитуда волны значительно меньше ее длины [5], запишем в линейном приближении:

$$\rho \frac{\partial u_2}{\partial t} = -\text{grad } p_2, \quad \text{div } u_2 = 0, \quad (2)$$

Здесь u_2 – скорость свободной жидкости. Ограничиваемся случаем волн достаточно большой длины λ , существенно превышающей радиус a_0 жидкого столба, с тем, чтобы пренебречь слагаемыми, содержащими Δu_1 и Δu_2 в уравнениях (1) и (2).

Уравнения для электрического поля в воздухе:

$$\text{rot } E = 0, \quad \text{div } (\varepsilon E) = 0, \quad (3)$$

Здесь $\varepsilon = \text{const}$ – диэлектрическая проницаемость.

Потенциал Φ запишем в виде $\Phi = \Phi_0(r) + \Phi_w(r, \theta, z, t)$, где Φ_w – малое возмущение, связанное с волной; Φ_0 – невозмущенный потенциал, который находится из уравнения $\Delta \Phi_0 = 0$ с граничными условиями $\Phi_0(a_0) = V$, $\Phi_0(b) = 0$.

Из уравнений (1) – (3) следует:

$$\begin{aligned} u_1 = \nabla \varphi_1, \quad u_2 = \nabla \varphi_2, \quad E = -\nabla \Phi \\ \Delta \varphi_1(r, \theta, z, t) = 0, \quad \Delta \varphi_2(r, \theta, z, t) = 0, \quad \Delta \Phi(r, \theta, z, t) = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Возмущенное поле записываем в виде $E = E_0 + E_w$, где $E_w = -\nabla \Phi_w$ и $\Delta \Phi_w = 0$.

Система граничных условий имеет вид:

на границе пористой среды ($r = a$):

$$1) \quad u_{1r} = u_{2r}, \quad (5)$$

$$2) \quad p_1 = p_2;$$

на свободной поверхности жидкости ($r = a_0 + \xi(\theta, z, t)$):

$$3) \quad u_{2r} = d\xi/dt,$$

$$4) \quad \Phi_0(a_0 + \xi) + \Phi_w = V = \text{const},$$

$$5) \quad \varepsilon E_n^2/(8\pi) + p_2 - p_a = 2\alpha H;$$

на внешнем электроде ($r = b$):

$$6) \quad \Phi_w(b) = 0.$$

Здесь p_a – атмосферное давление, α – коэффициент поверхностного натяжения, H – средняя кривизна поверхности, $E_n = (E_0 + E_w)n$.

Граничные условия (5) в линейном приближении принимают вид:

$$1) \quad \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial r} \quad (r = a),$$

$$2) \quad \frac{\rho}{\Gamma} \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} + \frac{\eta}{K} \varphi_1 = \rho \frac{\partial \varphi_2}{\partial t} \quad (r = a),$$

$$3) \quad \frac{\partial \varphi_2}{\partial r} = \frac{\partial \xi}{\partial t} \quad (r = a_0), \quad (6)$$

$$4) \quad \Phi_w - E_0 \xi = 0 \quad (r = a_0),$$

$$5) \quad \frac{\varepsilon E_0^2}{4\pi a_0} \frac{\partial \varphi_2}{\partial r} + \frac{\varepsilon E_0}{4\pi} \frac{\partial^2 \Phi_w}{\partial t \partial r} + \rho \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial t^2} = \alpha \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\xi}{a_0^2} + \frac{1}{a_0^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} \right) \quad (r = a_0),$$

$$6) \quad \Phi_w(b) = 0.$$

Здесь $E_0 \equiv E_0(a_0)$, а также учтено, что $\Phi_0'(a_0) = -E_0$, $\Phi_0''(a_0) = E_0/a_0$.
Решение уравнений (4) с граничными условиями (8) ищем в виде:

$$\{\varphi_1, \varphi_2, \Phi_w, \xi\} = \{\hat{\varphi}_1(r), \hat{\varphi}_2(r), \hat{\Phi}_w(r), \hat{\xi}\} \times \exp(-\gamma t + ikz + im\theta).$$

Здесь $\varphi_1 = \hat{\varphi}_1(r) \exp(-\gamma t + ikz + im\theta)$, где $\hat{\varphi}_1(r)$ – амплитуда; $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число; $m = 0, 1, 2, \dots$; $\gamma = \gamma_r + i\gamma_i$, $\omega = |\gamma_i|$ – частота, $\beta = \gamma_r$ – коэффициент, который может быть как положительным (при затухании возмущения), так и отрицательным (при неустойчивости, приводящей к нарастанию возмущения).

Уравнение $\Delta \varphi_1 = 0$ принимает вид модифицированного уравнения Бесселя порядка m , общее решение которого имеет вид:

$$\hat{\varphi}_1(r) = C_1 I_m(kr) + C_2 K_m(kr).$$

Здесь I_m и K_m – модифицированные функции Бесселя первого и второго рода порядка m . Аналогично: $\hat{\varphi}_2(r) = C_3 I_m(kr) + C_4 K_m(kr)$, $\Phi_w(r) = C_5 I_m(kr) + C_6 K_m(kr)$.

Следует положить $C_2 = 0$, так как $K_m(kr) \rightarrow \infty$ при $r \rightarrow 0$.

Выражая граничные условия (6) через амплитуды, получим систему шести линейных алгебраических уравнений для коэффициентов C_1, C_3, C_4, C_5, C_6 . Предполагая, что $a_0/b \ll 1$ и приравнивая к нулю определитель линейной системы, получим дисперсионное уравнение для поверхностных волн:

$$\gamma^3 \rho^2 [A_1 I_m(ka) - \Gamma A_2 I'_m(ka)] - \gamma^2 \rho \eta \Gamma A_1 I_m(ka)/K - \gamma \rho L k [A_4 I_m(ka) + \Gamma A_3 I'_m(ka)] + k L \eta \Gamma A_4 I_m(ka)/K = 0, \quad (7)$$

где:

$$A_1 = I_m(ka_0) K'_m(ka) - I'_m(ka) K_m(ka_0),$$

$$A_2 = I_m(ka_0) K_m(ka) - I_m(ka) K_m(ka_0),$$

$$A_3 = I'_m(ka_0) K_m(ka) - I_m(ka) K'_m(ka_0),$$

$$A_4 = I'_m(ka) K'_m(ka_0) - I'_m(ka_0) K'_m(ka),$$

$$L = \frac{\varepsilon}{4\pi a_0} E_0^2 \left[1 + \frac{ka_0 K'_m(ka_0)}{K_m(ka_0)} \right] - \frac{\alpha}{a_0^2} (1 - m^2 - k^2 a_0^2).$$

Уравнение (7) – кубическое и может быть приведено к так называемому неполному кубическому уравнению [6] с дискриминантом $Q = (p/3)^3 + (q/2)^2$, где p и q выражаются через коэффициенты уравнения (9). При выполнении условия $Q > 0$ существует волновое движение, поскольку при этом уравнение (7) имеет два комплексно сопряженных корня. При $Q \leq 0$ волновых движений нет, так как все три корня уравнения (7) действительные.

Конкретные числовые расчеты с дисперсионным уравнением (7) проводились для следующих значений параметров:

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3, \alpha = 73 \text{ г/с}^2, \eta = 0,01 \text{ г/см} \cdot \text{с};$$

$$\Gamma = 0,8, K = 0,02 \text{ см}^2, 0 < k < 2 \text{ см}^{-1};$$

$$\varepsilon = 1, 0 \leq E_0 \leq 50 \text{ ед. СГС (1 ед. СГС = 300 В/см)}.$$

Для симметричных возмущений ($m = 0$) и значений $a = 0,1 \text{ см}$, $a_0 = 1,1 \text{ см}$, $0 \leq E_0 \leq 30$ ед. СГС интервал $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$ делится критической точкой k_c ($\lambda_c = 2\pi/k_c$), которая находится из условия $Q = 0$, на два интервала.

В интервале $0 < k < k_c$ волны отсутствуют: происходит нарастание возмущений ($\beta < 0$). Амплитуда растет с наибольшей скоростью при некотором $k = k_m$. Размер образующихся при распаде жидкого столба капель равен $\lambda_m \approx 2\pi/k_m$ [2]. При $k \rightarrow k_c$ ($\lambda \rightarrow \lambda_c$) движение жидкости замедляется, т. е. $\omega \rightarrow 0$, $\beta \rightarrow 0$. В интервале $k_c < k < 2 \text{ см}^{-1}$ существуют затухающие ($\beta > 0$) волны. При $E_0 > 30$ ед. СГС, когда $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$, появляются две критические точки k_{1c} и k_{2c} ($k_{1c} < k_{2c}$). При этом в интервалах $0 < k < k_{1c}$ и $k_{2c} < k < 2 \text{ см}^{-1}$ существуют затухающие волны, а в интервале $k_{1c} < k <$

k_{2c} происходит аperiодическое движение с нарастающей амплитудой, приводящее к образованию капель.

При $E_0 > 44$ ед. СГС выполняется неравенство $k_{2c} > 2 \text{ см}^{-1}$, т. е. в промежутке $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$ остается одна критическая точка [7].

При $m = 1$ также могут существовать волновые движения. Для $m \geq 2$ движение является аperiодическим, с сильным затуханием волн всех длин.

Автор благодарит профессора Н. Г. Тактарова за постановку задачи и ее обсуждение.

Литература

1. Столяров, И. В. Распространение поверхностных волн в слое жидкости на пористом основании / И. В. Столяров, Н. Г. Тактаров // Изв. АН СССР. МЖГ. – 1987. – № 5. – С. 183–186.
2. Дразин, Ф. Введение в теорию гидродинамической устойчивости / Ф. Дразин. – М. : Физматлит, 2005. – 287 с.
3. Huebner, A. L. Instability and breakup of charged liquid jets / A. L. Huebner, H. N. Chu // J. Fluid Mech. 1971. – V. 49. – Pt. 2. – P. 361–372.
4. Тактаров, Н. Г. Распад струи магнитной жидкости / Н. Г. Тактаров // Магнитная гидродинамика. – 1975. – № 2. – С. 35–38.
5. Ландау, Л. Д. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2006. – 736 с.
6. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры / А. Г. Курош. – М. : Наука, 1975. – 431 с.
7. Mironova, S. M. Wave propagation on a charged surface of a cylindrical liquid column surrounding a long porous core / S. M. Mironova, N. G. Taktarov // Fluid Dynamics. – 2012. – Vol. 47. – No. 4. – P. 521–526.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.315.592

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНОЙ ДИСПЕРСИИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ γ -ОБЛУЧЕННЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ TlGaS_2

С. Н. Мустафаева¹, М. М. Асадов²

¹Институт физики Национальной академии наук Азербайджана, Баку

²Институт химических проблем Национальной академии наук
Азербайджана, Баку

Изучено влияние γ -облучения на диэлектрические коэффициенты и ас-проводимость поперек слоев монокристалла TlGaS_2 в диапазоне частот 5·10⁴ – 3,5·10⁷ Гц. Из высокочастотных диэлектрических измерений определены основные параметры локализованных состояний в монокристалле TlGaS_2 до и после γ -облучения. Результаты исследования могут быть использованы в учебном курсе «Физика твердого тела».

Ключевые слова и фразы: дисперсия, проводимость, монокристалл, облучение.

Введение

Слоистые монокристаллы TlGaS_2 относятся к классу широкозонных высокоомных полупроводников, склонных к политипизму [1; 2]. В [1] были изучены частотные зависимости диэлектрических характеристик и проводимости монокристаллов TlGaS_2 и определены основные параметры локализованных состояний. В [2] было изучено влияние γ -облучения на диэлектрическую проницаемость и электропроводность монокристаллов TlGaS_2 в области температур 200–370 К. Изученные в [2] монокристаллы TlGaS_2 по удельному сопротивлению были не такими высокоомными, как в [1], что связано с наличием различных политипов TlGaS_2 . А использование образцов из различных технологических партий приводит к разным результатам. Кроме того, в [2] измерения были проведены в диапазоне частот до 1 МГц. Поэтому в настоящей работе приведены результаты изучения частотных зависимостей действительной (ϵ') и мнимой (ϵ'') составляющих комплексной диэлектрической проницаемости и ас-проводимости высокоомных ($\rho_{ac} \approx 10^{10}$ $\Omega \cdot \text{см}$) монокристаллов TlGaS_2 вплоть до частоты 35 МГц и влияния на них γ -облучения.

Экспериментальная часть

Исходное соединение TlGaS_2 было синтезировано в вакууме (10^{-3} Па) в кварцевой ампуле прямым сплавлением высокочистых ($\geq 99.999\%$) элементов (Tl, Ga, S), взятых в стехиометрическом соотношении. Синтезированные образцы для гомогенизации были подвергнуты отжигу в вакууме при температуре 440 К в течение 20 суток. Методом Бриджмена были выращены образцы монокристаллов TlGaS_2 , которые кристаллизовались в моноклинной сингонии с параметрами кристаллической решетки $a = 10.299$; $b = 10.284$; $c = 15.175$ Å; $\beta = 99.60^\circ$; $Z = 16$; $V = 1584.74$ Å³; $\rho = 5.67$ г/см³. Рентгенографическое исследование TlGaS_2 было проведено на порошковом автодифрактометре типа D8-ADVANCE в режиме $0.5^\circ < 2\theta < 80^\circ$ ($\text{Cu}_{K\alpha}$ – излучение; $\lambda = 1.5418$ Å) при 40 кВ и 40 мА. Полученные рентгендифракционные данные обработаны и уточнены по программам EVA и TOPAZ. При обработке рентгеновских данных TlGaS_2 было установлено, что эти данные хорошо индексируются на основе данных, приведенных в банке данных Международного дифракционного центра.

Измерения диэлектрических свойств монокристаллов TlGaS_2 на переменном токе произведены резонансным методом с помощью куметра TESLA VM560 [3]. Диапазон частот переменного электрического поля составлял $5 \cdot 10^4 \div 3.5 \cdot 10^7$ Гц.

Монокристаллические образцы из TlGaS_2 для электрических измерений были изготовлены в виде плоских конденсаторов, плоскость которых была перпендикулярна кристаллографической C -оси кристалла. В качестве электродного материала использована серебряная паста. Толщина образцов из TlGaS_2 составляла ~ 220 мкм. Все диэлектрические измерения монокристаллических образцов TlGaS_2 были проведены при 300 К. Воспроизводимость положения резонанса составляла по емкости ± 0.2 пкФ, а по добротности ($Q = 1/\text{tg} \delta$) $\pm 1.0 \div 1.5$ деления шкалы. При этом наибольшие отклонения от средних значений составляли 3–4 % для ϵ и 7 % для $\text{tg} \delta$.

На радиационной химической установке непрерывного действия (РХУНД-20000) от источника Co^{60} проведено γ -облучение образцов. Энергия γ -квантов составляла 1.25 МэВ. Доза облучения накапливалась путем последовательных экспозиций в одном и том же образце. Измерения образцов проводились после каждого облучения.

Результаты эксперимента и их обсуждение

В эксперименте при фиксированных частотах произведены замеры диэлектрической проницаемости монокристаллического образца TlGaS_2 до и после γ -облучения дозами $D_\gamma = 5 \cdot 10^4$; $1.5 \cdot 10^5$ и $2.15 \cdot 10^6$ рад (рис. 1). Из рис. 1 видно, что в TlGaS_2 как до, так и после γ -облучения различными дозами дисперсия действительной составляющей комплексной диэлектрической проницаемости (ϵ') была незначительной. γ -облучение дозой $5 \cdot 10^4$ рад (кривая 2) почти не вызывало изменения значения ϵ' . После γ -облучения дозой $1.5 \cdot 10^5$

рад (кривая 3) значения ε' в образце TlGaS_2 незначительно уменьшались по сравнению с ε' необлученного образца (кривая 1). Наиболее наглядно это прослеживается при сравнительно низких частотах. При более высокой дозе γ -облучения ($D_\gamma = 2.15 \cdot 10^6$ рад) значения ε' увеличивались по сравнению с кривой 1.

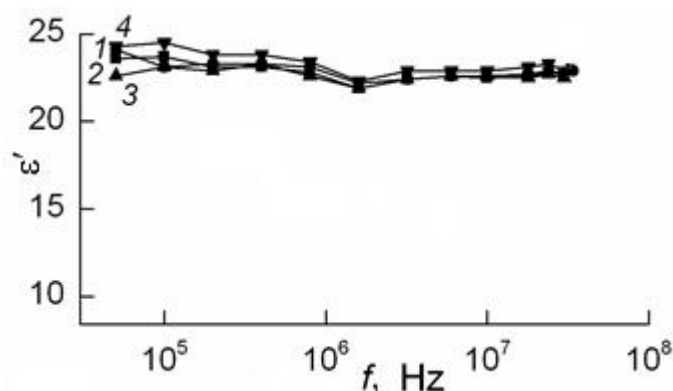


Рис. 1. Частотные зависимости действительной составляющей комплексной диэлектрической проницаемости монокристалла TlGaS_2 до (кривая 1) и после γ -облучения дозами D_γ , рад: 2 – $5 \cdot 10^4$; 3 – $1.5 \cdot 10^5$; 4 – $2.15 \cdot 10^6$

При высоких частотах $f \geq 10^7$ Гц значения ε' мало отличались друг от друга при всех дозах γ -облучения. Об увеличении значений ε' монокристалла TlGaS_2 в области частот $10^4 - 10^6$ Гц после γ -облучения дозой $D_\gamma = 10^6$ рад сообщалось и в [2]. Изучены также частотные зависимости мнимой составляющей комплексной диэлектрической проницаемости (ε'') монокристалла TlGaS_2 до и после γ -облучения (рис. 2).

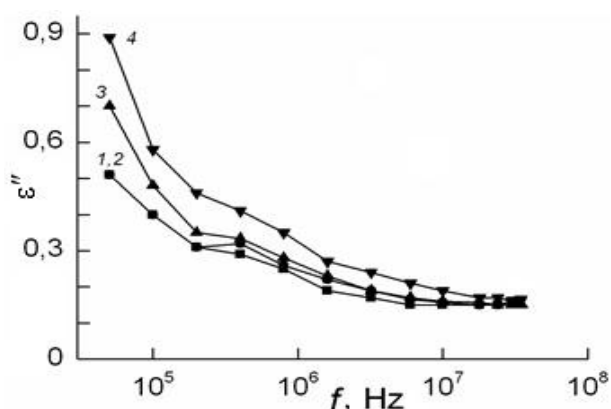


Рис. 2. Дисперсионные кривые мнимой части комплексной диэлектрической проницаемости монокристалла TlGaS_2 до (кривая 1) и после γ -облучения дозами D_γ , рад: 2 – $5 \cdot 10^4$; 3 – $1.5 \cdot 10^5$; 4 – $2.15 \cdot 10^6$

Из рис. 2 видно, что γ -облучение дозой $D_\gamma = 5 \cdot 10^4$ рад не вызывало заметного изменения значения ϵ'' , а затем по мере увеличения дозы γ -облучения во всем изученном диапазоне частот значения ϵ'' увеличивались (кривые 3 и 4). При частотах $f \geq 10^7$ Гц разница в значениях ϵ'' при разных дозах γ -облучения сходилась на нет. В отличие от ϵ' ϵ'' претерпевала значительную частотную дисперсию, причем с увеличением дозы γ -облучения дисперсия ϵ'' возрастала. Монотонный спад величины ϵ'' с частотой свидетельствовал о релаксационной дисперсии [4] во всем изученном диапазоне частот как до, так и после γ -облучения монокристалла TlGaS_2 .

На рис. 3 представлены частотные зависимости ас-проводимости исследуемого монокристалла TlGaS_2 при 300 К до облучения (кривая 1) и после γ -облучения различными дозами (кривые 2–4). γ -облучение образца TlGaS_2 приводило к незначительному увеличению его ас-проводимости. Видно, что по мере увеличения частоты ас-проводимость TlGaS_2 до и после γ -облучения растет по степенному закону $\sigma_{ac} \sim f^n$, где вначале $n = 0.5-0.6$, затем $\sigma_{ac} \sim f^{0.8}$, а при частотах $f \geq 2 \cdot 10^7$ Гц $n > 1$. Следует отметить, что в монокристаллах TlGaS_2 с меньшим удельным сопротивлением [2] зависимость электропроводности от дозы γ -облучения была более сильной, в то время как частотная зависимость $\sigma_{ac}(f)$ в диапазоне частот 10^2-10^6 Гц была довольно слабой. Закон $\sigma_{ac} \sim f^{0.8}$ характерен для прыжковой проводимости по состояниям, локализованным в окрестности уровня Ферми [5].

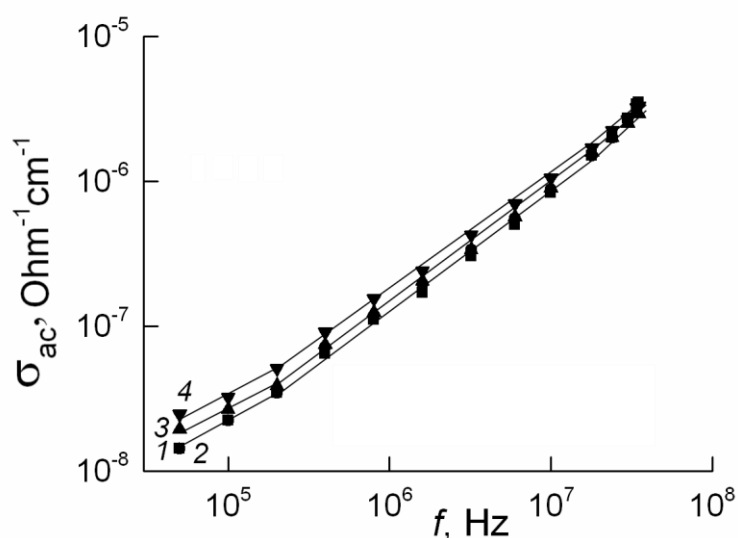


Рис. 3. Частотные зависимости ас-проводимости монокристалла TlGaS_2 до (кривая 1) и после γ -облучения дозами D_γ , рад: 2– $5 \cdot 10^4$; 3– $1.5 \cdot 10^5$; 4– $2.15 \cdot 10^6$

Из полученного в [1] соотношения получаем:

$$N_F^2 = 2.1 \cdot 10^{50} \sigma_{ac}(f) a^{-5}, \quad (1)$$

где σ_{ac} – проводимость на частоте 10^6 Гц, a – радиус локализации, нами вычислена плотность локализованных вблизи уровня Ферми состояний (N_F) до и после γ -облучения кристаллических образцов $TlGaS_2$. При дозе облучения $D_\gamma = 0-2.15 \cdot 10^6$ рад $N_F = (7.0-8.4) \cdot 10^{18}$ эВ $^{-1}$ ·см $^{-3}$. При вычислении N_F значение радиуса локализации взято равным 14 \AA [1].

По формуле [5]:

$$R = (a/2) \ln(v_{ph} * \tau), \quad (2)$$

(где τ – среднее время прыжка) вычислены средние расстояния прыжков в монокристалле $TlGaS_2$ до и после γ -облучения. Если до γ -облучения среднее значение R составляло 81 \AA , то по мере накопления дозы γ -облучения R уменьшалось до 78 \AA . Значения τ , определенные из экспериментальных зависимостей $\sigma_{ac}(f)$ в $TlGaS_2$, составляли 10^{-7} с до γ -облучения и $6.7 \cdot 10^{-8}$ с после γ -облучения дозой $2.15 \cdot 10^6$ рад. Т. е. после γ -облучения значения τ и R уменьшаются. Оценен энергетический разброс локализованных вблизи уровня Ферми состояний [5]:

$$\Delta E = \frac{3}{2\pi R^3 \cdot N_F}. \quad (3)$$

Полученные значения ΔE до и после γ -облучения монокристалла $TlGaS_2$ лежали в интервале $0.12-0.13$ эВ.

Заключение

Изучение частотных и дозовых зависимостей диэлектрических коэффициентов и ас-проводимости монокристалла $TlGaS_2$ позволяет заключить, что доза γ -облучения от $5 \cdot 10^4$ до $2.15 \cdot 10^6$ рад не оказывает существенного влияния на действительную часть комплексной диэлектрической проницаемости и ас-проводимость монокристалла $TlGaS_2$ в области частот $5 \cdot 10^4 - 3.5 \cdot 10^7$ Гц. После γ -облучения монокристалла $TlGaS_2$ указанными дозами ощутимо увеличивается мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости, а также ее частотная дисперсия.

Литература

1. Мустафаева, С. Н. Частотная дисперсия диэлектрических коэффициентов слоистых монокристаллов $TlGaS_2$ / С. Н. Мустафаева // ФТТ. – 2004. – 46. – № 6. – С. 979–981.
2. Шелег, А. У. Влияние γ -облучения на диэлектрическую проницаемость и электропроводность кристаллов $TlGaS_2$ / А. У. Шелег, К. В. Иодковская, Н. Ф. Курилович // ФТТ. – 2003. – 45. – № 1. – С. 68–70.
3. Мустафаева, С. Н. Диэлектрические свойства монокристаллов $TlGa_{1-x}Fe_xSe_2$ в переменных электрических полях / С. Н. Мустафаева // Журнал радиоэлектроники. – 2008. – № 5. – С. 1–11.

4. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. – М. : Высш. шк., 1986. – 368 с.

5. Мотт, Н. Электронные процессы в некристаллических веществах / Н. Мотт, Э. Дэвис. – М. : Мир, 1974. – 472 с.

УДК 620.22:621:539

ФОТОХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ В НАНОРАЗМЕРНЫХ ОСАЖДЕННЫХ ИЗ РАСТВОРА ПЛЕНКАХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ A^2B^6

М. А. Джафаров, Э. Ф. Насиров, С. А. Джахангирова

Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан

В настоящей работе рассмотрены особенности фотохимической реакции в пленках твердых растворов A_2B_6 в зависимости от анионного и катионного замещения, технологических режимов их осаждения и термической обработки. Изучен механизм образования и распада донорно-донорных и донорно-акцепторных пар, а также стационарными и кинетическими методами определены основные параметры образовавшихся сложных центров.

Ключевые слова и фразы: фотохимическая реакция, пленки твердых растворов, реакция замещения, образование и распад акцепторных пар.

Введение

Большая вероятность образования сложных центров в полупроводниковых пленках определяется, с одной стороны, наличием в них различных дефектов и их комплектованием, с другой стороны, подвижностью последних в кристаллической решетке [1; 2]. Исследование фотохимической реакции (ФХР-механизма) возникновения центров fotocувствительности, а также природы ассоциации и диссоциации дефектов в пленках твердых растворов, осажденных из раствора, в настоящее время не теряет свою актуальность, хотя к настоящему времени существуют информации о возникновении глубоких фотоактивных центров за счет ФХР, осуществленной при термической и лазерной обработках [3; 4]. Однако механизм взаимодействия таких центров с имеющимися в полупроводнике неконтролируемыми дефектами при анионном и катионном замещении изучен крайне недостаточно.

Как показывают приведенные далее результаты, исследование процесса восстановления может дать существенную информацию как о механизме, так и о модели процесса, стимулированного неравновесными носителями.

Ранее в чистых кристаллах CdS наблюдалось вызванное освещением в области $T=150\div 300$ К увеличение стационарного фототока (очувствляющая ФХР) [5]. Такая очувствляющая реакция, приводящая к образованию r -

центров и мелких доноров, была обнаружена в пленках $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$.

Представленная работа посвящена исследованию природы возникновения глубоких фоточувствительных центров в пленках твердых растворов соединений A^2B^6 стационарными и кинетическими методами [6].

Экспериментальная часть

Исследуемые пленки $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ и $\text{CdSe}_{1-x}\text{Te}_x$ получены на ситалловых подложках химическим осаждением из водного раствора, содержащего тиомочевину $((\text{NH}_2)_2\text{CS})$, диоксид селена (SeO_2) , соли кадмия (CdCl_2) и цинка (ZnCl_2) , TeO_2 .

При исследовании пленок $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ ($0,45 < x < 0,6$) были обнаружены фотостимулированные процессы, приводящие к изменению фоточувствительности. Оказалось, что после медленного охлаждения пленок $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ от температуры $350 \div 400\text{K}$ до 80K при непрерывной засветке видимым светом стационарный фототок при 80K превышал в $80 \div 100$ раз фототок, наблюдавшийся при охлаждении образцов в темноте.

В пленках $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ ($x=0,2$) после ТО на воздухе в течение $10 \div 15$ мин. наблюдалась очувствляющая ФХР, энергия активации которой оказалась $0,15 \div 0,18$ эВ. Спектральное распределение фототока для пленок в неочувствленном (кривая 1) и очувствленном (кривая 2) состояниях показано на рис. 1.

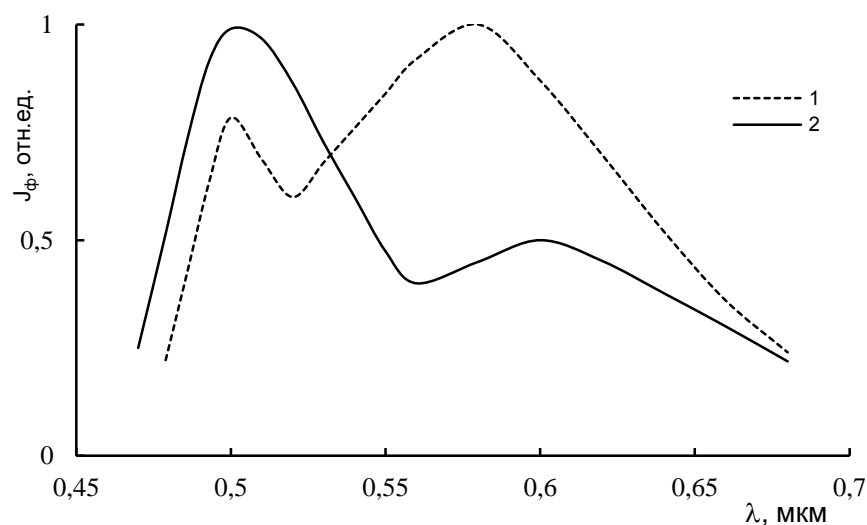


Рис. 1. Спектральное распределение фототока при 80K в пленках $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$:
1 – после охлаждения от 300K в темноте;
2 – при освещении видимым светом

В пленках $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ после ТО на воздухе в течение $10 \div 15$ мин. наблюдалась очувствляющая ФХР, энергия активации которой оказалась $0,17 \div 0,21$ эВ. Исходное состояние восстанавливалось после выдерживания пленки в темноте в области температур $200 \div 300\text{K}$ (рис. 2).

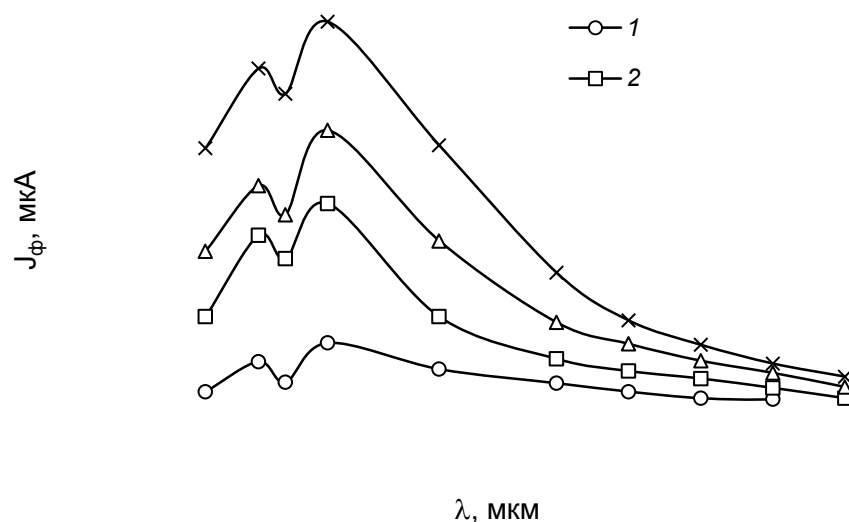


Рис. 2. Спектральное распределение фототока при 80 К в пленках $ZnS_{1-x}Se_x$:
 1 – после охлаждения от 300 К в темноте;
 2 – при освещении видимым светом;
 3,4 – после прогрева в темноте до T , К: 3 – 250, 4 – 300

После ФХР фоточувствительность пленок $CdSe_{1-x}Te_x$ значительно увеличивается в области длин волн $\lambda_1 = 0.68\text{--}0.82$ мкм (в зависимости от содержания селена). Хотя с уменьшением содержания селена в исследуемых пленках интенсивность этих максимумов уменьшается незначительно, при этом наблюдается заметное смещение их в сторону более длинных волн. Такое изменение фоточувствительности нетермообработанных пленок $CdSe_{1-x}Te_x$ ранее обнаруживалось и предполагалось, что оно связано с захватом электронов, обусловленных с вакансией кадмия γ -центрами. Глубины залегания этих центров для пленок с $x = 0.2$ и $x = 0.8$ относительно дна зоны проводимости, найденные по длинноволновым границам соответствующих пиков фоточувствительности, составляют 1.57 и 1.38 эВ соответственно [7]. После ТО при температуре 380–400°C в течении 3–7 минут фоточувствительность изучаемых пленок значительно увеличивается. После ТО спектр фоточувствительности исследуемых пленок расширяется в более длинноволновую сторону и появляется ярко выраженный дополнительный максимум при $\lambda_2 = 0.95\text{--}1.19$ мкм. С увеличением длительности отжига ($3 \leq \tau \leq 7$ мин.) интенсивность первого максимума уменьшается, а второго увеличивается. После семиминутной термической обработки первый максимум на спектре почти исчезает, в интенсивность второго достигает своего максимального значения. Наблюдаемый нами после ТО дополнительный максимум на спектре фоточувствительности пленок $CdSe_{1-x}Te_x$ при $\lambda_2 = 0.95\text{--}1.19$ мкм свидетельствует о включении новых фотоактивных центров вследствие распада донорно-акцепторных пар $(V_{Cd} - Cd_i)^+$ в изучаемых пленках.

Кинетика фототока для пленок $\text{CdSe}_{1-x}\text{Te}_x$ в двух спектральных диапазонах ($\lambda_1 = 0.78$ и $\lambda_2 = 1.15$ мкм) хорошо описывается экспонентой, а его уменьшение после выключения – гиперболическим законом, который характерен для квадратичной рекомбинации. Это позволяет предполагать, что оба центра являются акцепторными. С ростом интенсивности света скорость нарастания фототока при $\lambda_2 = 1.2$ мкм увеличивается, а скорость спада независима от уровня освещенности. С увеличением длительности ТО ($7 \leq \tau \leq 10$ мин.) скорость нарастания фототока при λ_1 увеличивается (распад донорно-акцепторной пары $(V_{\text{Cd}} - \text{Cd}_i)^+$), а для диапазона λ_2 скорость нарастания и спада уменьшается (образование нового центра). ТСТ термически обработанных в течение 7 минут на воздухе при температуре 650–670 К пленок $\text{CdSe}_{1-x}\text{Te}_x$ изображен на рис. 3.

Первая ступенька, наблюдаемая на спектре ТСТ, хорошо согласуется с результатами работ [8].

При $\lambda = 1.2$ мкм на спектре появляется новая ступенька, свидетельствующая о возникновении второго сложного центра (комплекс). Глубины залегания этих центров для пленок с $x = 0.5$ относительно потолка валентной зоны, найденные из спектра ФП, составляют 1.5 эВ.

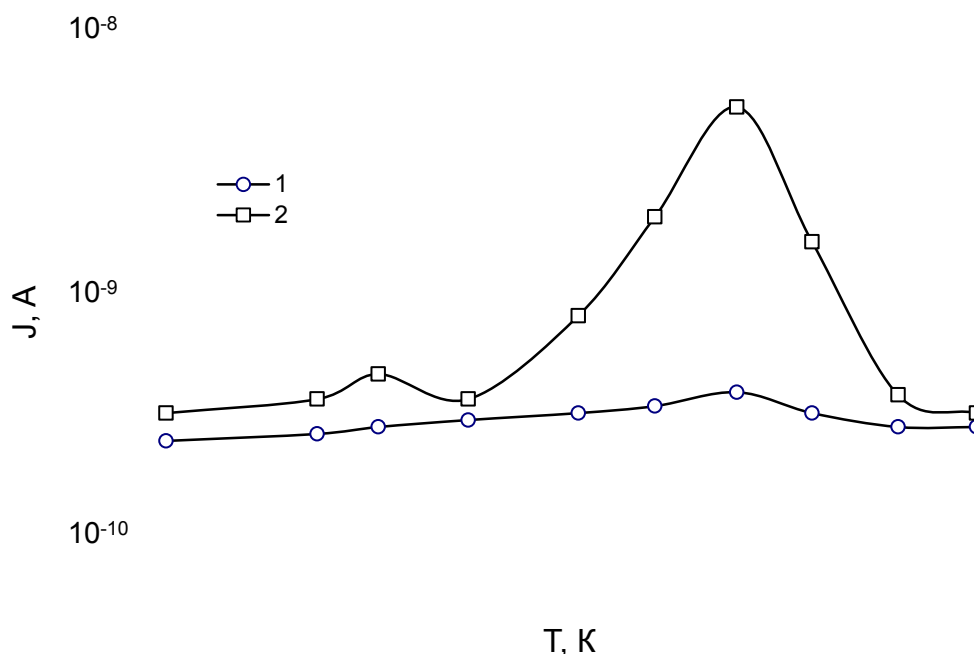


Рис. 3. Температурная зависимость фототока при фотохимической реакции до (1) и после (2) диффузии в пленках $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$, ($x=0,2$)

Очувствление или вообще изменение проводимости при освещении или инжекции в принципе может быть объяснимо либо протеканием ФХР, т. е. ионными (атомными) процессами перестройки дефектов, либо электронными процессами перезарядки, существующими в полупроводнике центров. Возможность изменять с помощью дрейфа в электрическом поле concentra-

цию последних в заданной части образца позволила выяснить причину роста фоточувствительности. С этой целью на все четыре угла образца, имеющего форму прямоугольника (с соотношением сторон $a/b \sim 2/3$) были нанесены контакты. Между двумя контактами, нанесенными на меньшую сторону “а”, измерялись спектры фототока до и после протекания ФХР, а также после отключения приложенного «тянущего» поля $E=1 \div 10$ В/см в темноте, при температурах $T = 250-300$ К (при включении «тянущего» поля эти два контакта закорачивались и служили катодом, другие же два контакта закорачивались и служили анодом). Рост концентрации мелких доноров у катода приводил к увеличению фототока в этой области образца.

В случае очувствляющей ФХР медленное нарастание фототока до его максимального значения при различных температурах описывается экспоненциальной зависимостью с постоянной времени – t . Как видно из рисунка, зависимость $\ln t \sim 10^3/T$ линейна.

С помощью этой зависимости были определены значения энергии активации протекания реакции ($0,29 \div 0,35$ эВ) (рис. 4).

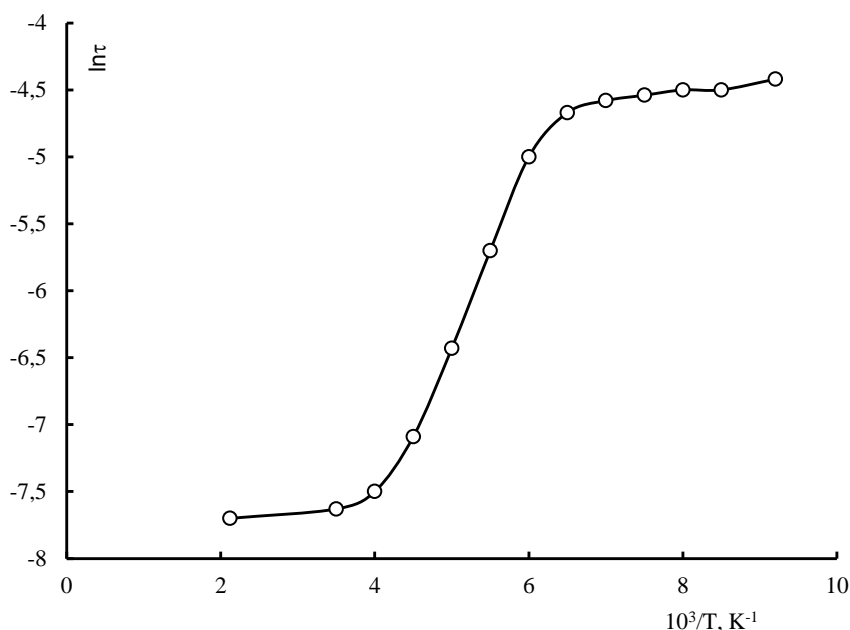


Рис. 4. Кинетика фотохимической реакции $Al \setminus CdSe_{1-x}Te_x$ ($x=0,15$) при различных температурах

В пленках $CdSe_{1-x}Te_x$ проводилась ФХР путем охлаждения ее от 300 К при непрерывном освещении до азотной температуры, и при 80 К измерялся спектр фототока. Затем образец быстро нагревался в темноте до определенной температуры T_p , выдерживался при этой температуре в течение времени Δt и быстро охлаждался до 80 К, после чего снова измерялся спектр фототока.

Далее исследовались зависимость $J_f(\Delta t)$ при фиксированной T_p или $J_f(T_p)$ при фиксированном Δt (ΔJ_f – разность между значениями J_f в состоянии с полностью проведенной ФХР и частично разрушенной после выдерживания в темноте ФХР).

Между измерениями каждой точки зависимости $\Delta J_f(\Delta t)$ или $\Delta J_f(T_p)$ снова проводилась ФХР. Зависимость $J_f(\Delta t)$ представляет собой кинетику процесса разрушения r -центров при температуре T_p (рис. 5). Оказалось, что по характеру зависимостей J_f от T_p все исследованные нами пленки $\text{CdSe}_{1-x}\text{Te}_x$ можно разделить на две группы. В пленках первой группы состояние с ФХР разрушается значительно уже при $T_p=220$ К.

В пленках второй группы при прогреве до этой температуры J_f уменьшается всего на несколько процентов, а резкое уменьшение J_f наступает только при увеличении температуры до 300 К.

В работе подробно исследованы пленки первой группы. Зависимость $J_f(\Delta t)$ для этих пленок представляет собой экспоненту, и, следовательно, зависимость $\Delta J_f(T_p)$ при Δt , соответствующем начальному участку экспоненты, характеризует температурную зависимость постоянной времени процесса. Кривые $\Delta J_f(T_p)$ при различных Δt также представляют собой экспоненты. Определенная из наклона прямых $\Delta J_f \sim 1/T$ энергия активации процесса разрушения r -центров составляет $0,17 \pm 0,21$ эВ (рис. 6).

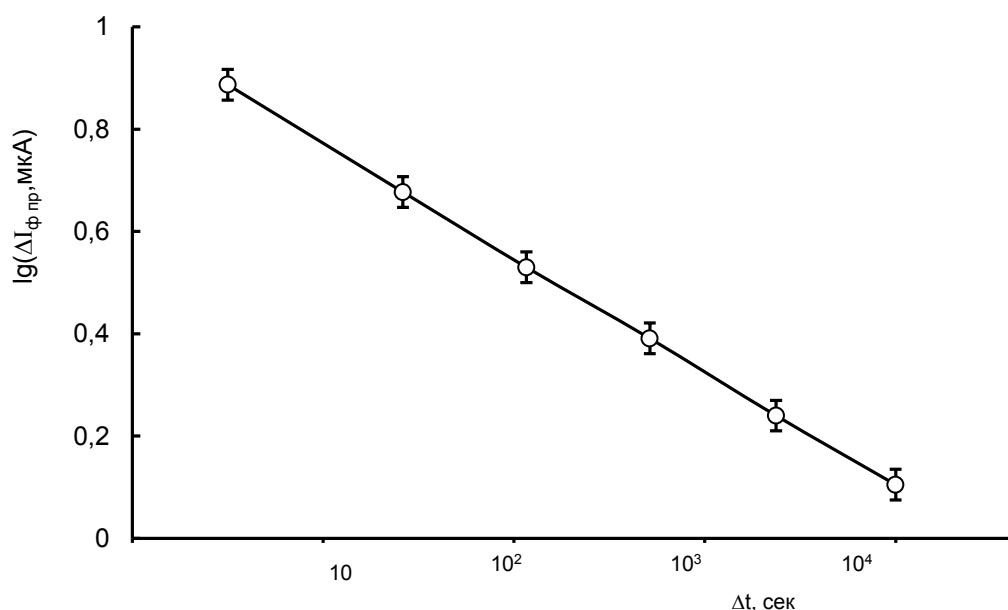


Рис. 5. Кинетика процесса ассоциации доноров с акцепторами в темноте при 240 К в пленках $\text{ZnS}_{1-x}\text{Se}_x$ (зависимость величины фототока в примесном максимуме $J_{\text{ф пр}}$ от времени выдерживания пленки в темноте)

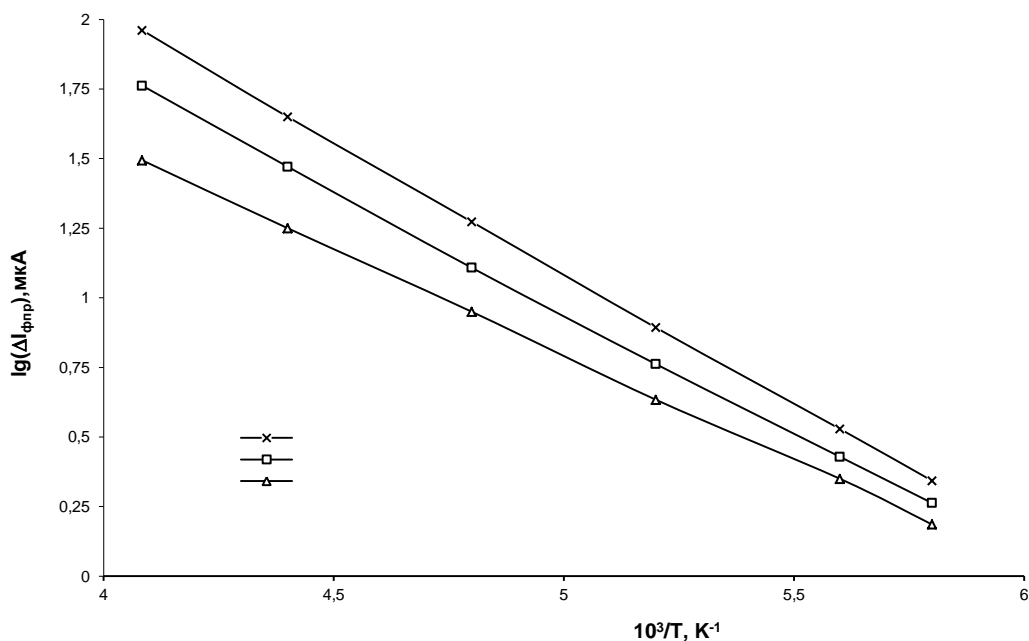


Рис. 6. Зависимость скорости процесса (величины изменения $J_{ф пр}$ при постоянном времени выдерживания в темноте) от температуры в пленке $CdSe_{1-x}Te_x$

Обсуждение результатов

С помощью различных стационарных и кинетических методов было установлено, что в CdS и его аналогах имеют место ФХР, которые представляют собой процессы образования новых центров в полупроводнике, а именно процессы перестройки имеющихся дефектов: ассоциация или диссоциация сложных центров, диффузия дефектов из стоков.

Подбирая условия проведения ФХР и величину «тянущего» поля, интенсивность освещения, напряженность «тянущего» поля, время выдержки при освещении и под напряжением таким образом, чтобы значения фототока при освещении излучением из области собственного поглощения в состоянии после ФХР и после дрейфа были одинаковыми, мы получили в обоих случаях одинаковые изменения в значениях фототока.

Известно, что процесс образования ДАП заключается в следующем. Благодаря кулоновским взаимодействиям между донорами (D_i^+ или D_i^{++}) или акцепторами (A_s^-) образуются ДАП $(D_i^+ A_s^-)^0$ или $(D_i^{++} A_s^-)^+$.

Этот процесс комплексообразования по закону действующих масс описывается обратимой реакцией типа:



В условиях равновесия концентрации пары $C^0(N_c)$ и ее донорных и акцепторных компонентов связаны уравнением:

$$N_c / N_D N_A = K_c(T),$$

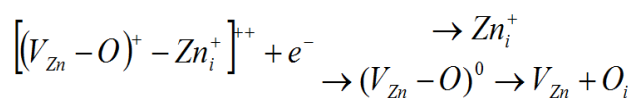
где $K_c(T)$ – постоянная комплексообразования [6].

С этой точки зрения, по-нашему мнению, распавшиеся после ТО пары $(V_{Zn} - Zn_i)^+$ образуют комплексы с более глубокими энергетическими уровнями.

По-видимому, этот центр принадлежит комплексу $(V_{Zn} - O_i)^+$, так как если он соответствовал бы другому центру (например, одному из состояний дивакансии кадмия (V_2^0)), тогда после высокотемпературной ТО он должен был отжечься). Но в наших измерениях этого не обнаруживалось.

Можно предполагать, что на начальном этапе отжига ($T \leq 470$ К) атомы O_i эффективно захватывают вакансии кадмия, а на втором этапе ($T \geq 470$ К) отжига они образуют с Zn_i более сложные комплексы $[(V_{Zn} - O)^+ - Zn_i^+]^{++}$.

При протекании ФХР эти сложные центры ДАП распадаются следующим образом:



Для определения энергии активации восстановления исходного состояния в темноте при различных температурах измерялась кинетика уменьшения концентрации образовавшихся при ФХР r -центров N_r .

Изменения n_r регистрировались по изменению стационарного фототока, возбужденного светом из примесного максимума фотопроводимости J_f , соответствующего переводу электронов из r -центров в зону проводимости. В этом случае $J_f \sim N_r \tau_r$ (τ_r -время рекомбинации свободных электронов на r -центры). Поскольку τ_r практически не изменяется в процессе ФХР [6], можно записать $J_f \sim N_r$.

Таким образом, энергия активации протекания ФХР с точностью до ошибки эксперимента совпадает с энергией активации восстановления исходного состояния ε_b . Это означает, что оба процесса контролируются диффузией одного и того же дефекта ($\varepsilon_a = \varepsilon_b = \varepsilon_d$), при этом ускорение диффузии при освещении не имеет места. Этот вывод подтверждается также тем фактом, что энергия активации исследуемого процесса не зависит от ширины запрещенной зоны пленок и положения r -центров.

Поскольку V_{Cd} и V_{Zn} неподвижны при температурах протекания реакции, то очевидно, что подвижным дефектом является образующийся в процессе ФХР донор. Действительно, как показывают исследования, аналогичные тем, которые были проведены в [1; 2], при приложении электрического поля $E \approx 10^3$ В/см при $T = 200 \div 300$ К эти доноры накапливаются у катода, т. е.

подвижны в решетке при температурах протекания реакции.

Как видно из приведенных выше результатов, энергия активации их диффузии не совпадает с ε_d для Cd_i . Это позволяет сделать вывод, что данная ФХР не является процессом рождения френкелевской пары в подрешетке Cd, а представляет собой процесс распада ДАП, состоящих из r -центра и донора.

Одновременное появление доноров Cd_i и акцепторов V_{Cd} можно объяснить либо фотостимулированным распадом ДАП, либо рождением, в присутствии неравновесных носителей, френкелевских пар дефектов в подрешетке Cd.

В работе [9] предполагалось, что эта ФХР представляет собой фотостимулированный процесс распада ДАП, обусловленный исчезновением сил кулоновского притяжения между донором и акцептором (в результате захвата акцептором неравновесных дырок) и последующей диффузией Cd_i . Однако измеренная впоследствии энергия активации диффузии Cd_i (ε_d) оказалась равной 0,25 эВ [4].

Для объяснения разницы в величинах ε_a и ε_d предполагалось, что при освещении имеет место ускорение диффузии одного из компонентов пары при рекомбинации на нем неравновесных носителей.

Кинетика процесса ассоциации доноров с акцепторами описывается уравнением [5]:

$$\frac{dN_{da}}{dt} = 4\pi D r_0 N_d N_a,$$

где D – коэффициент диффузии подвижного дефекта; r_0 – радиус захвата (расстояние, начиная с которого становится возможным протекание реакции ассоциации); N_d и N_a – концентрации доноров и акцепторов (r -центров) соответственно.

Следовательно, процесс ассоциации может быть реакцией первого или второго порядка. Экспоненциальная зависимость $J_{\phi np}(\Delta t)$ означает, что в нашем случае имеет место реакция первого порядка.

Одна из возможных причин этого может состоять в том, что компоненты пары при освещении не расходятся на значительные расстояния, так что расстояние между ними оказывается меньше r_0 . В этом случае каждый подвижный дефект перемещается к закрепленному атому противоположного знака в своей собственной сфере.

Именно этим объяснялась экспоненциальная кинетика образования пар междоузельного Li с акцепторами замещения в Ge и Si [6]. Как следует из сопоставления температурных зависимостей фототоков в области $T=80\div 150$ К до и после протекания ФХР, отношение фототоков в очувствленном и исходном состояниях с понижением T уменьшается и при температурах, при которых доноры полностью заполнены неравновесными электронами, становится близким к 1.

Это означает, что образующиеся при ФХР доноры полностью компенсируют возникающие одновременно с ними r -центры. Следовательно, концентрации доноров и акцепторов, участвующих в ФХР, примерно одинаковы. Поэтому можно полагать, что в исследованных пленках имеет место первая причина экспоненциальной кинетики.

Рассчитанный по [7] коэффициент диффузии донора при $n_r=10^{15}$ см⁻³ составляет $10^9 e^{-0.17\text{эВ}/kT}$ см²/с. Таким образом, в процессе ФХР в пленках ZnS_{1-x}Se_x происходит фотостимулированное образование мелких доноров, компенсирующих r -центры, что приводит к росту фоточувствительности пленок. Низкотемпературная очувствляющая ФХР в пленках ZnS_{1-x}Se_x и CdSe_{1-x}Te_x представляет собой процесс распада ДАП, состоящих из r -центров и доноров Cd_i, Zn_i, и обусловлена условиями осаждения и ТО.

Литература

1. Шейнкман, М. К. Рекомбинационно-стимулированное преобразование локальных центров в монокристаллах CdS и ZnSe / М. К. Шейнкман, Н. Е. Корсунская, И. В. Маркевич, Т. В. Торчинская // Труды Междунар. конф. по радиационной физике полупроводников и родственных материалов. – Киев, 1982. – С. 676–679.
2. Шейнкман, М. К. Фотохимическая реакция в полупроводниках типа A₂B₆ / М. К. Шейнкман, Н. Е. Корсунская // Физика соединений A₂B₆. – М. : Наука, 1986. – С. 145.
3. Корсунская, Н. Е. Дрейф междоузельных атомов в электрическом поле в чистых и легированных Li кристаллах CdS / Н. Е. Корсунская, И. В. Маркевич, И. Ю. Шаблий, М. К. Шейнкман / ФТП. – 1981. – Т. 15. – № 2. – С. 179–282.
4. Корсунская, Н. Е. Механизм фотоутомляемости фоторезисторов на основе спеченных слоев CdS:Cu:Cl / Н. Е. Корсунская, И. В. Маркевич [и др.] // УФЖ. – 1981. – Т. 26. – № 8. – С. 1335–1340.
5. Ризаханов, М. А. Спектральные сдвиги полос индуцированной примесной фотопроводимости в кристаллах CdS:Cu, обусловленной фотохимическими реакциями / М. А. Ризаханов, Ю. Н. Эмиров, Н. А. Абилова // ФТП. – 1980. – Т. 14. – № 9. – С. 1665–1671.
6. Горягдыев, А. Механизм фотостимулированной диссоциации ДА пар в кристаллах CdS и твердых растворах CdS_{1-x}Se_x / А. Горягдыев, И. Я. Городецкий [и др.] // ФТП. – 1987. – Т. 21. – № 3. – С. 400–403.
7. Корсунская, Н. Е. Фотостимулированные процессы и взаимодействие локальных центров в монокристаллах ZnSe / Н. Е. Корсунская, Т. Г. Кривко, И. В. Маркевич [и др.] // УФЖ. – 1981. – Т. 26. – С. 662–663.
8. Лашкарев, В. Е. Неравновесные процессы в фотопроводниках / В. Е. Лашкарев, А. В. Любченко, М. К. Шейнкман. – Киев, 1981. – 264 с.
9. Залюбинская, Л. Н. Фотостимулированная диффузия меди в тонких слоях сульфида кадмия / Л. Н. Залюбинская, В. В. Сердюк // Неорг. мат. – 1984. – Т. 20. – № 3. – С. 371–373.

УДК 537.52

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АСИММЕТРИЧНОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЕМКОСТНОГО РАЗРЯДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

М. С. Круглов¹, В. Л. Ковалевский², В. П. Савинов²,
В. С. Свиридкина², В. Г. Якунин²

¹ ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

² ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

В работе приведены результаты изучения вольт-амперных характеристик асимметричного емкостного высокочастотного разряда низкого давления в зависимости от степени его асимметрии и частоты поля ω , а также – осциллограммы разрядного тока для различных высокочастотных напряжений V_{ω} , частот поля ω и диаметров активного электрода D_a .

Ключевые слова и фразы: асимметричный высокочастотный разряд, физический механизм разряда.

Возрастающие запросы техники требуют разработки эффективных источников газоразрядной плазмы, для чего необходимо детально изучать физический механизм разрядов.

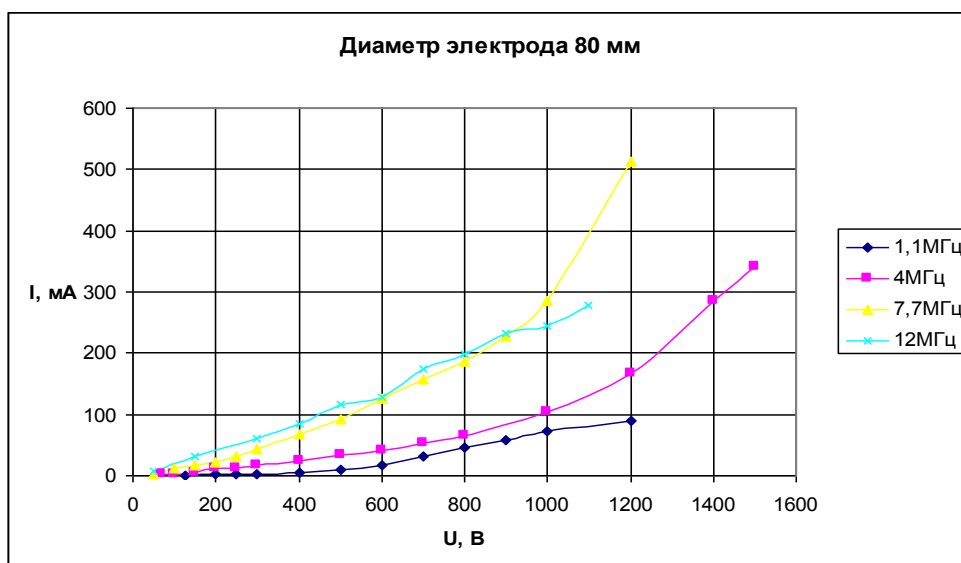
Продолжает оставаться весьма актуальным систематическое изучение разновидностей высокочастотного емкостного разряда (ВЧЕР). Ранее в работе [1] авторов сообщалось об исследованиях физических свойств ВЧЕР с симметричными электродами достаточно большой площади, один из которых был заземлен. В центре внимания находились эффекты собственных приэлектродных электронных пучков (ПЭП) в ВЧЕР, описанные в работе [2].

В данной работе экспериментально изучался асимметричный ВЧЕР, как с внешними, так и внутренними активными электродами различного диаметра D_a и заземленным электродом с диаметром D_s , равным диаметру разрядной трубки. Рабочий газ – Ne, давление $p = 0.5$ Тор, диапазон частот ВЧ поля 1 – 12 МГц, разрядные трубки диаметром $D_{тр} = 0.06–0.08$ м и длиной $L = 0.15$ м. Диаметр активного электрода изменялся в пределах $D_a = 5 \times 10^{-3} – 6 \times 10^{-2}$ м.

С помощью изменения степени асимметрии разряда значительно изменялась плотность электронных пучков, что позволяло исследовать физические свойства ВЧЕР с плотными ПЭП. При этом эффекты собственных пучков в разряде проявлялись особенно ярко.

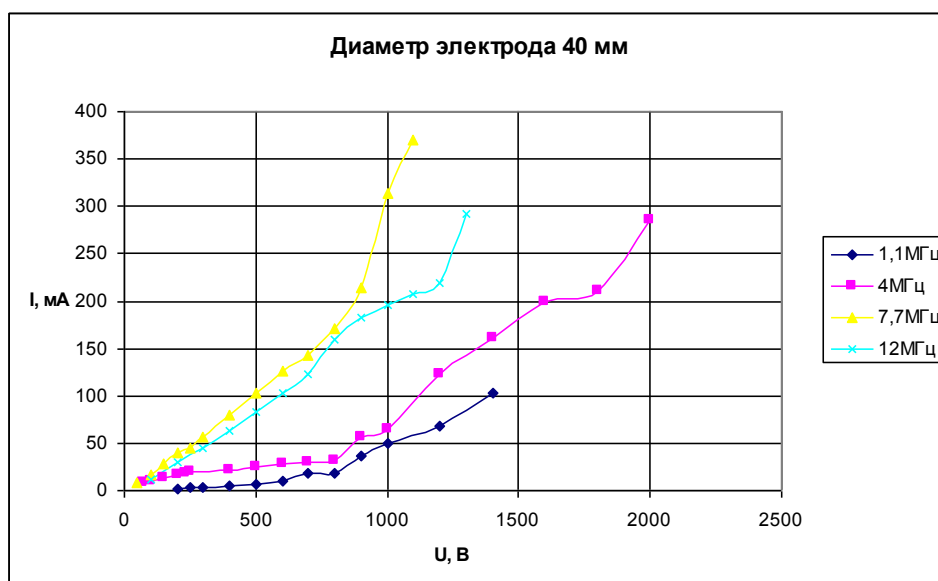
Для исследования физических свойств ВЧЕР авторы использовали, как и ранее в работе [1], в качестве методического приема изучение вольт-

амперных характеристик (ВАХ) разряда. Полученные типичные ВАХ в зависимости от частоты ВЧ поля ω и диаметра активного электрода D_a представлены на рисунке 1.



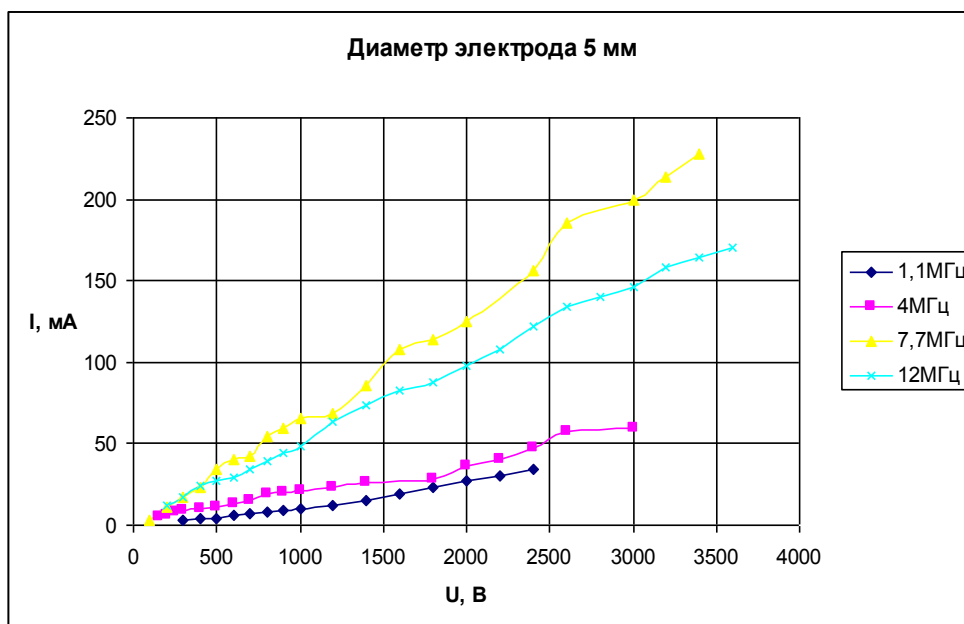
Длина трубки 150 мм., диаметр трубки 80 мм.,
газ неон, давление 0,5 мм. рт. ст.

а)



Длина трубки 150 мм., диаметр трубки 80 мм.,
газ неон, давление 0,5 мм. рт. ст.

б)

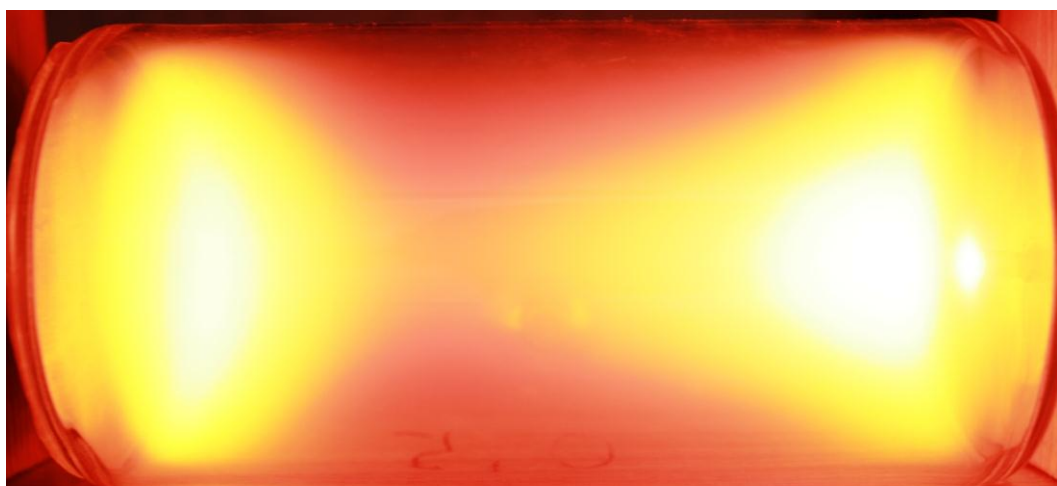


в)

Рис. 1. Частотная зависимость ВАХ ВЧЕР, Ne, $p = 0.5$ Тора) $D_a = 80$ мм, б) 40 мм, в) 5 мм

Характер свечения разряда изучался фотографическим методом и с помощью получения пространственного распределения интенсивности отдельных спектральных линий.

На фотографии типичного асимметричного ВЧЕР видно, что перед активным электродом возникает плазменное образование с ярко светящимся ядром размера диаметра электрода (плазмоид) (рис. 2).

Рис. 2. Внешний вид ВЧЕР; газ – неон, $p = 0.5$ Тор, частота поля – 6 МГц, ВЧ напряжение – 2200 В; активный электрод – справа, $D_a = 7$ мм

Есть основание считать, что занятое плазмоидом пространство представляет собой область, в которой возбуждается пучково-плазменная неустойчивость (ППН) [3]. Одна из главных целей проводящихся исследований

– показать экспериментально, что в соответствующих режимах разряда действительно ППН имеет место.

Более детальное исследование пространственной структуры свечения этой области показывает, что ярко светящееся ядро окружено сферически симметричными слоями переменной светимости. Согласно работе [4], на периферии области ППН могут возникать ионно-звуковые волны. Сделанные в настоящей работе оценки показывают, что в условиях описываемых экспериментов ширина наблюдаемых слоев порядка ожидаемой длины ионно-звуковой волны.

Характер картины свечения в разрядном промежутке асимметричного ВЧЕР демонстрируется полученным пространственным распределением интенсивности спектральной линии $Ne I 5852 \text{ \AA}$ на рисунке 3.

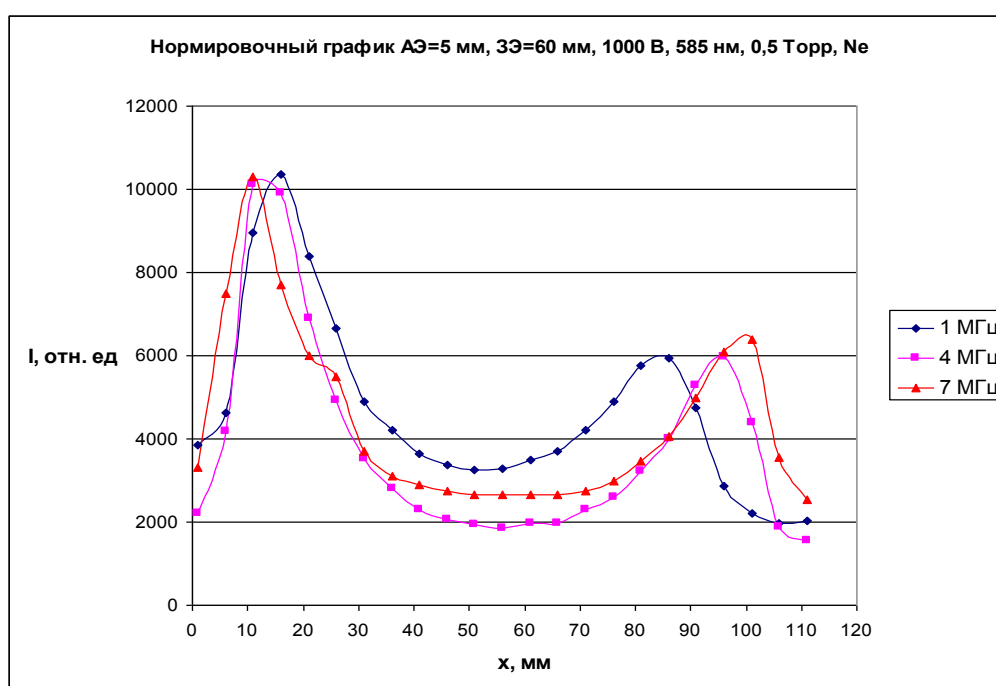
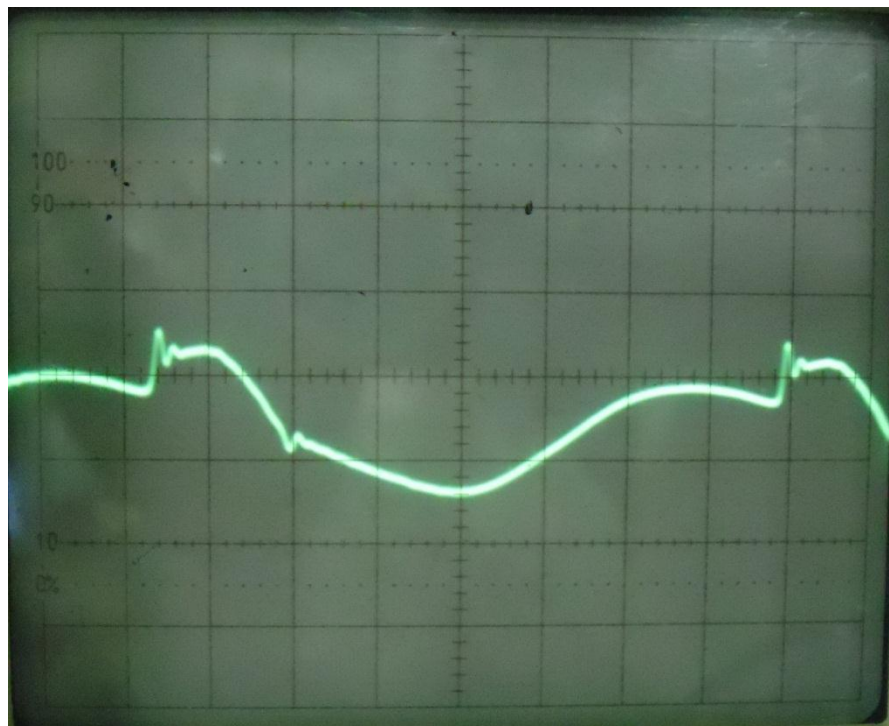


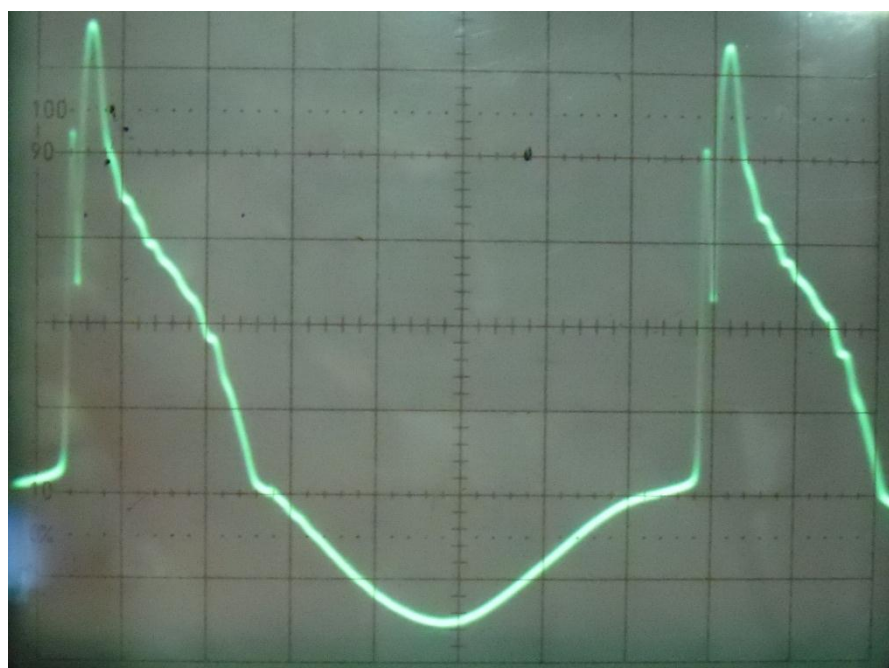
Рис. 3. Частотная зависимость нормированных пространственных распределений интенсивности спектральной линии $Ne I 5852 \text{ \AA}$. ВЧЕР. Ne , $p = 0.5 \text{ Тор}$, $V_{\text{э}} = 1000 \text{ В}$. Диаметр трубки $D_{\text{тп}} = 60 \text{ мм}$. Активный электрод – слева, $D_{\text{а}} = 5 \text{ мм}$

Весьма эффективным методом изучения физического механизма асимметричного ВЧЕР является осциллографирование разрядного тока. Специфический характер ангармонизма поведения разрядного тока во времени, значительно зависящий от условий эксперимента, позволяет получать существенную информацию для создания физической модели механизма этого ВЧЕР.

Характерные осциллограммы разрядного тока асимметричного ВЧЕР для различных его режимов представлены на рисунках 4, 5.



а)



б)

Рис. 4. Осциллограммы разрядного тока ВЧЕР Ne , $p = 0.5$ Тор; частота поля – 1 МГц; а) $V_{\sim} = 500$ В; б) $V_{\sim} = 700$ В

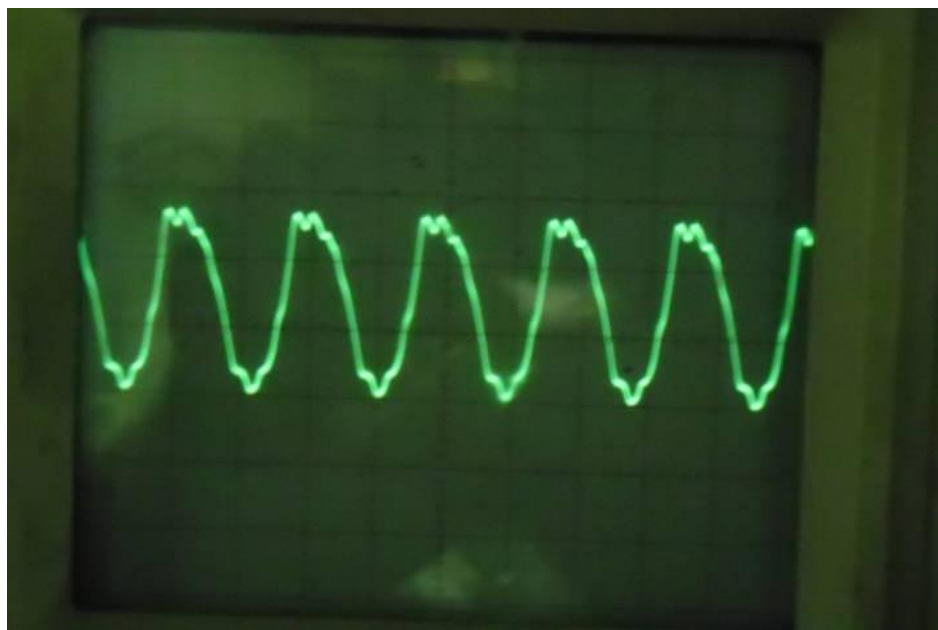


Рис. 5. Осциллограммы разрядного тока ВЧЕР, Ne , $p = 0.5$ Тор; частота поля – 4 МГц; $V_{\sim} = 500$ В

Кратко обсудим полученные экспериментальные результаты.

Своеобразие исследуемого ВЧЕР заключалось в целенаправленном повышении плотности приэлектродных электронных пучков у активного электрода. Это приводило к более выраженному проявлению пучковых эффектов в механизме разряда – заметному увеличению плотности высокоэнергетичных электронов в разрядном промежутке и возможности возбуждения пучково-плазменных неустойчивостей в газоразрядной плазме.

Исследованная зависимость ВАХ разряда от диаметра активного электрода D_a (или степени асимметричности ВЧЕР) для разных частот ВЧ поля приведена на рис. 1. Характер этой зависимости достаточно сложный, так как действует ряд противоположных тенденций при монотонном уменьшении диаметра активного электрода. При этом плотность пучков растет, ВЧ-импеданс приэлектродного слоя пространственного заряда также увеличивается, что приводит к уменьшению разрядного тока. Как в симметричном, так и в асимметричном ВЧЕР наблюдался эффект повышенной «активности» ВАХ на пониженных частотах (и, соответственно, больших длительностях существования импульсных пучков) в области высоких ВЧ напряжений ($V_{\sim} \geq 1$ кВ), описанный в работе [1].

Усредненный во времени характер свечения в разрядном промежутке иллюстрируется фотографией разряда и пространственным распределением интенсивности одной из атомных спектральных линий рабочего газа Ne , приведенных на рисунках 2 и 3 соответственно. Отсюда видно, что наиболее интенсивное свечение наблюдается в окрестности активного электрода. При этом более детальное рассмотрение показало, что ярко светящийся приэлектродный плазмоид имеет довольно сложную внутреннюю пространственную

структуру. В последней структуре просматривается целый ряд четко разграниченных слоев, квазисферически ориентированных относительно яркого ядра плазмоида, близкого по размеру к диаметру приэлектродного электронного пучка.

Значительный интерес вызывают осциллограммы разрядного тока, полученные для различных условий эксперимента (рис. 4, 5). Наблюдаемые на осциллограммах пики с длительностью на порядок меньшей периода ВЧ поля можно интерпретировать как «вспышки» пучково-плазменной неустойчивости, возбуждаемой в газоразрядной плазме собственными импульсными электронными пучками исследуемого ВЧЕР.

Предложенное выше объяснение основано на экспериментальных исследованиях процессов взаимодействия пучков от электронных пушек с плазмой тлеющего разряда постоянного тока, описанных в работе [4].

При этом авторы упомянутой работы регистрировали осциллограммы коротких импульсов СВЧ-излучения, возникавших в результате возбуждения ППН в газоразрядной плазме. Эти неустойчивости быстро срывались, благодаря сильному разогреву электронов СВЧ-полем и их интенсивному уходу из области неустойчивости.

Резюмируя сказанное ранее, можно предположить, что исследованный асимметричный ВЧЕР представляет собой разряд с импульсными приэлектродными электронными пучками, инициирующими кратковременные «вспышки» пучково-плазменных неустойчивостей, существенно разогревающих электроны плазмы. Для количественной оценки упомянутых эффектов необходимо провести дополнительные эксперименты с диагностикой временной зависимости параметров газоразрядной плазмы.

Литература

1. Жуков, А. А. / 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. / В. Л. Ковалевский, В. П. Савинов // Физика плазмы. – 1994. – Т. 20. – № 3. – С. 322–335.
3. Александров, А. Ф. Основы электродинамики плазмы / А. Ф. Александров, Л. С. Богданкевич, А. А. Рухадзе. – М. : Высш. шк., 1978. – 407 с.
4. Левитский, С. М. Прерывистая генерация СВЧ колебаний при плазменно-пучковом взаимодействии / С. М. Левитский, В. З. Шаповал // Радиотехника и электроника. – 1972. – № 7. – С. 1146–1451.

УДК 669:539.67

УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ И МОДУЛЕЙ УПРУГОСТИ

В. В. Буряк

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

Описаны установки для определения внутреннего трения и модулей упругости методами изгибных и крутильных колебаний в проволоках из тугоплавких металлов и сплавов. Измерения проводятся в широком температурном диапазоне за счет прямого нагрева образцов электрическим током в вакууме.

Ключевые слова и фразы: внутреннее трение, модуль нормальной упругости, модуль сдвига, температура, образец, нагрев.

Изучение зависимости внутреннего трения от температуры позволяет выявлять релаксационные максимумы, отражающие различные релаксационные процессы, происходящие в исследуемых материалах под действием внешних напряжений.

Исследование температурной зависимости внутреннего трения, модуля нормальной упругости у тугоплавких металлов и сплавов до предплавильных температур при изгибных вынужденных колебаниях вызывает известные трудности.

Для исследований вязкоупругих характеристик ученые применяли подобные установки с косвенным нагревом образца, что не позволяло достичь предельных температур. Для решения данной задачи была разработана прямонакальная установка, позволяющая достигать максимально возможной температуры при определении внутреннего трения и модуля упругости при изгибных колебаниях [1; 2] (рис. 1).

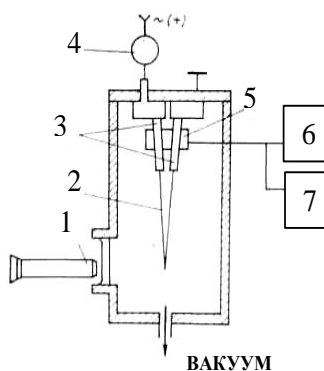


Рис. 1. Блок-схема установки внутреннего трения:

- 1 – микроскоп МПБ-2 для измерения амплитуды колебаний; 2 – образец;
3 – ферромагнитные консоли; 4 – амперметр; 5 – электромагнит;
6 – генератор синусоидальных колебаний; 7 – частотомер

Внутреннее трение подсчитывается по формуле К. Зинера [3]:

$$Q^{-1} = \Delta f / (f_p \sqrt{3}), \quad (1)$$

где f_p – резонансная частота колебаний образца, Δf – разность частот, при которой амплитуда колебаний равна половине амплитуды при резонансной частоте.

Нагрев образца осуществляется прямым пропусканием тока через образец, изогнутый V-образной петлей. Установка позволяет проводить исследования в диапазоне частот вынужденных колебаний образца 20–150 Гц. Амплитуда максимальной деформации образца (ε_{\max}) может изменяться от $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-3}$, что позволяет проводить исследования амплитудной зависимости внутреннего трения в широком диапазоне температур.

Колебания петлеобразному образцу передаются от ферромагнитных консолей, колеблющихся под действием электромагнита, питаемого от низкочастотного генератора, частота которого определяется частотомером.

Величина модуля Юнга проволок определяется по резонансной частоте f_p вынужденных колебаний петлеобразного образца по выражению:

$$E = 1,64 \cdot 10^{-8} \rho (l^4 / d^2) f_p^2 \text{ [кг/мм}^2\text{]}, \quad (2)$$

где d – диаметр образца, мм; ρ – плотность материала, г/см³; l – длина петли, мм.

При определении модуля Юнга образцов в виде ленточки используется формула [2]:

$$E = 38,34 \cdot 10^{-5} \rho (l / h^2) f_p^2 \text{ [кг/мм}^2\text{]}, \quad (3)$$

где h – толщина образца, мм.

Максимальная амплитуда деформации определяется для ленточного образца по формуле:

$$\varepsilon_{\max} = 1,76 \cdot (h / l^2) A_{\max}, \quad (4)$$

где A_{\max} – максимальная амплитуда колебаний конца петли, определяемая с помощью длиннофокусного оптического микроскопа МПБ-2.

Старейшим, наиболее простым и удобным методом из всех инфразвуковых методов измерения модуля сдвига является метод крутильного маятника [3]. Основные недостатки – неоднородность деформации в образце и наличие постоянно действующей растягивающей нагрузки ($\sim 25\text{--}50$ г/мм²), создаваемой массой инертной системы, прикрепленной к нижнему концу образца. Крутильный маятник, лишенный последнего недостатка, был предло-

жен К. Энгом и К. Вертом [3]. Он известен под названием «обращенного маятника».

Для исследований модуля сдвига, его температурной зависимости и внутреннего трения была разработана установка на базе вакуумного поста ВУП-5, в рабочем объеме которого был размещен обращенный крутильный маятник, аналогичный описанному в работе [3].

Схема обращенного крутильного маятника представлена на рис. 2.

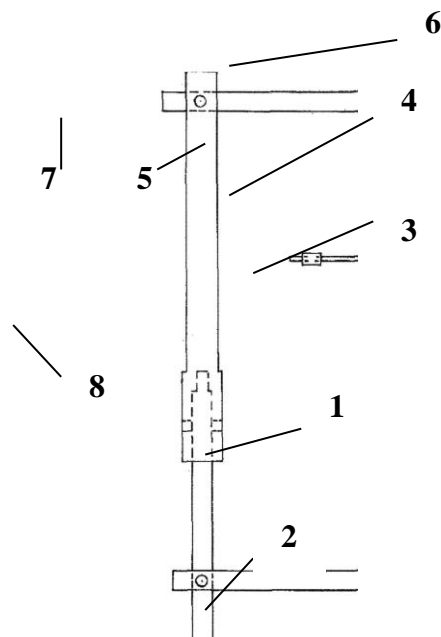


Рис. 2. Обращенный крутильный маятник

с прямонакальным нагревом проволочного образца:

1 – образец; 2 – нижний зажим с электроконтактом; 3 – маятник с верхним зажимом и перемещающимися грузами; 4 – груз для уравнивания веса маятника, подвешенный на стальном канатике через блок 5 к маятнику; 6 – электроконтакт, соединенный с блоком 5; 7 – изоляционная вставка; 8 – стойка

При исследованиях внутреннего трения на верхнем зажиме укрепляется маленькое зеркало. На зеркало направляется луч света, который при поворачивании маятника своим отраженным лучом смещается по установленной шкале и позволяет фиксировать угол поворота маятника.

Нагрев образца производится прямым пропусканием тока, температура которого определяется с помощью амперметра, проградуированного по эталонному образцу с погрешностью $\pm 20^\circ\text{C}$, аналогично используемому в предыдущей установке [2]. Маятник приводится в движение при помощи электромагнита, находящегося на внешней стороне рабочего объема. Количество колебаний фиксируется визуально, а время – с помощью секундомера. Величина внутреннего трения определяется по формуле:

$$Q^{-1} = \ln(A_0/A_n) / \pi n . \quad (5)$$

Значение модуля сдвига определяется по формуле [4]:

$$G = [256 \pi m L (l_1^2 - l^2)] / [d^4 (T_1^2 - T^2)], \quad (6)$$

где m – масса перемещающегося груза, г; T – период колебаний, соответствующий расстоянию от центра маятника до грузов l , с; T_1 – период колебаний, соответствующий расстоянию – l_1 ; L – длина проволочного образца, мм; d – диаметр образца, мм.

Для удобства подсчета результатов измерений формулу (6) преобразуем:

$$G = (8 \pi L J) / (r^4 T^2), \quad (7)$$

где:

$$J = [2 m T^2 (l_1^2 - l^2)] / (T_1^2 - T^2), \quad (8)$$

J – момент инерции маятника.

Предложенные установки могут быть использованы в курсе «Материаловедения».

Литература

1. Буряк, В. В. Разработка методов исследования физико-механических свойств и обработки вольфрамовых проволок с целью повышения прочности тела накала : дис. ... канд. техн. наук / В. В. Буряк. – Саранск, 2002. – 215 с.
2. Буряк, В. В. Установка для изучения внутреннего трения и модуля упругости тугоплавких металлов / В. В. Буряк // Заводская лаборатория. – 1983. – № 12. – С. 71–72.
3. Буряк, В. В. Установка определения упругого последействия в вольфрамовых проволоках / В. В. Буряк, В. С. Мордюк // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 3. – С. 56–60.
4. Постников В. С. Внутреннее трение в металлах и сплавах / В. С. Постников. – М. : Металлургия. –1969. – 332 с.

ABSTRACTS

VIRTUAL REALITY: SOCIO-CULTURAL ASPECTS BORDER

S. S. Kotova

Abstract. The article deals with the concept of “virtual reality” not only as a factor of major changes, but also as an expression of contemporary cultural trends and the socio-cultural boundaries of virtual reality.

Key words and phrases: virtual reality, border, society, and culture.

PROBLEMS ON WAGES IN FOREIGN COUNTRIES

G. A. Kritskaya, A. M. Kotkov

Abstract. One of the most pressing social problems is to pay. In foreign countries, a broad experience of a wide variety of payroll systems. An analysis of pay systems is of great importance in the improvement of the national system of remuneration. In this context, we analyzed the wages in some foreign countries.

Key words and phrases: salaries, wages, income, inflation indexation.

MODEL PLASMA ANTENNAS

V. K. Sveshnikov

Abstract. In an article for a demonstration experiment in physics, electrical engineering is offered as a receiving antenna to use a plasma television vibrator made on the basis of a fluorescent lamp.

Key words and phrases: plasma vibrator mobility feeder dielectric frequency electrode.

GROUND APPLICATION OF LASER SCANNING THE EDUCATIONAL PROCESS

K. P. Tolkacheva, E. V. Tokmakov

Abstract. Development of scientific and experimental sound methodology shooting architectural objects with the latest advances in laser scanning is an actual problem considered in this article.

Key words and phrases:: laser scanning, lighting design, scanner, 3D model.

STATEMENT OF LABORATORY “COMPARISON OF POSSIBLE OPTICAL AND SCANNING PROBE MICROSCOPY”

N. N. Khvastunov, P. O. Vandyshev, V. G. Vasilchenko

Abstract. The possibility of setting educational experiment compared scanning probe microscopy and optical microscopy on the example of the test grating. Described the progress of the laboratory work. A brief review of scanning probe microscopy.

Key words and phrases: scanning probe microscopy, nanotechnology, optical microscopy.

THE USE OF FREE SOFTWARE PROVIDING FOR THE STUDY OF SCIENCE IN HIGH SCHOOL

T. V. Kormilitsyna

Abstract. We discuss the experience with the use of free software in pedagogical high school in the study of computer science and a variety of disciplines.

Key words and phrases: license, free software, interactive environment.

SUMMARY OF INNOVATIVE EXPERIENCES LEARNING MATHEMATICS

I. V. Egorchenko

Abstract. This paper summarizes the experience of instructional activities such famous teachers innovators like RG Khazankin, VF Shatalov, SN Lysenkova, as well as EN Ilina. The emphasis is on innovative experience, especially math teachers, and especially on the total that is inherent in the work of RG Khazankin and VF Shatalov.

Key words and phrases: innovation, experience, generalization, learning math.

PLEASE HOMOTOPIC STABILITY ANALOG SIMPLICIAL OBJECTS IN TERMS OPERADS

M. V. Ladoshkin

Abstract. The article discusses the construction of the operad corresponding higher simplicial sets. Describes the correspondence between the previously known Operads responsible and Lie algebras and the operad that meets the highest simplicial set.

Key words and phrases: homotopy simplicial sets, algebra, operad.

VIDEODEVELOPMENT PROBLEMS IN STUDYING THE COURSE OF PHYSICS AT SCHOOL

V. I. Kudryashov, A. V. Fateev

Abstract. The article provides a technology for creating and video examples of tasks As used in teaching physics course grade 7 educational institution.

Key words and phrases: video problem, demonstration, physical task.

STUDY OF HYDRODYNAMIC INSTABILITIES ON THE CHARGED SURFACE CHEESE CONFIGURATION OF FLUIDS

S. M. Mironova

Abstract. Formulated and investigated mathematical model of instability and waves on the charged surface of a cylindrical column of electrically conducting fluid of infinite length surrounding coaxially located, infinite porous core. The conditions under which the perturbations of the liquid column becomes unstable and lead to its disintegration into a chain of interconnected drops.

Key words and phrases: a cylindrical column of fluid, porous media, the attenuation of waves decay into droplets, the electric field.

STUDY OF THE FREQUENCY DISPERSION OF DIELECTRIC CONSTANT AND THE CONDUCTIVITY γ -IRRADIATED SINGLE CRYSTALS TlGaS₂

S. N. Mustafayeva, M. M. Assadov

Abstract. The effect of γ -irradiation on the dielectric coefficients and ac-conductivity across the layers of a single crystal in the frequency domain TlGaS₂ $5 \cdot 10^4 - 3.5 \cdot 10^7$ Hz. It is shown that γ -irradiation doses of single crystal TlGaS₂ $5 \cdot 10^4 - 2.15 \cdot 10^6$ rad resulted in a slight change in the ac-conductivity, the real component (ϵ') of the complex dielectric constant and measurable increase in its imaginary part (ϵ'') at relatively low frequencies. High-frequency dielectric measurements of the main parameters of the localized states in a single crystal TlGaS₂ before and after the γ -irradiation.

Key words and phrases: dispersion, conductivity, single crystal irradiation.

PHOTOCHEMICAL REACTIONS IN NANOSCALE PRECIPITATED FROM SOLUTION FILMS SOLID SOLUTIONS A²B⁶

M. A. Jafarov, E. F. Nasirov, S. A. Dzhahangirova

Abstract. This paper describes the features of the photochemical reaction in films of solid solutions depending on the A₂B₆ anionic and cationic substitution process conditions of deposition and heat treatment. The mechanism of formation and decay of the donor-donor and donor-acceptor pairs, as well as stationary and kinetic methods the main parameters of the resulting complex centers.

Key words and phrases: the photochemical reaction, the films of solid solutions, the substitution reaction, the formation and decay of acceptor pairs.

PHYSICAL ASYMMETRIC HIGH CAPACITIVE DISCHARGE LOW PRESSURE

M. S. Kruglov, V. L. Kovalevskiy, V. P. Savinov, V. S. Sviridkina, V. G. Yakunin

Abstract. The paper presents the results of a study of the current-voltage characteristics of an asymmetric capacitive rf discharge of low pressure, depending on the degree of asymmetry and the frequency of the field as well—the waveform of the discharge current for a variety of high-voltage, frequency field and diameters of the active electrode.

Key words and phrases: asymmetric high-frequency discharge, the physical mechanism of the discharge.

PLANTS FOR STUDIES OF INTERNAL FRICTION AND ELASTIC MODULUS

V. V. Buryak

Abstract. Describes apparatus for determining the two internal friction and elasticity moduli methods flexural and torsional vibrations of the wires of refractory metals and alloys (tungsten, molybdenum, their alloys, etc.). The changes are carried out in a wide temperature range up to pre-melting temperatures due to direct heating of samples of electric current in a vacuum. Temperature control is carried out on the ammeter.

Key words and phrases: internal friction, modulus of elasticity, shear modulus, temperature, sample glow.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Асадов Мирсалим Миралам оглы

Доктор химических наук, заведующий сектором Института химических проблем НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Буряк Владимир Владимирович

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

Вандышев Сергей Олегович

Студент второго курса физико-математического факультета ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Васильченко Василий Григорьевич

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

Джафаров Маариф Али

Доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физических проблем БГУ, г. Баку, Азербайджан

Джахангирова Сона Али кызы

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики полупроводников БГУ, г. Баку, Азербайджан

Егорченко Игорь Викторович

Доктор педагогических наук, профессор кафедры методики преподавания математики ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Ковалевский Владимир Леонидович

Кандидат физико-математических наук, научный сотрудник кафедры физической электроники физического факультета 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

Котков Анатолий Михайлович

Кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экономики НОУ ВПО «Мордовский гуманитарный институт», г. Саранск, Российская Федерация

Котова Светлана Сергеевна

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

Крицкая Галина Алексеевна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики НОУ ВПО «Мордовский гуманитарный институт», г. Саранск, Российская Федерация

Круглов Максим Сергеевич

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

Кудряшов Валерий Иванович

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

Ладошкин Михаил Владимирович

Кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Миронова Светлана Михайловна

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

Мустафаева Солмаз Наримановна

Доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института физики НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

Насиров Эльшан Фаяз оглы

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института физических проблем БГУ, г. Баку, Азербайджан

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

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

Свиридкина Вера Семеновна

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

Токмаков Евгений Владимирович

Ассистент кафедры лазерной и световой техники ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Российская Федерация

Толкачева Ксения Петровна

Ассистент кафедры лазерной и световой техники ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Российская Федерация

Фатеев Андрей Владимирович

Студент физико-математического факультета ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Хвастунов Николай Николаевич

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

№ 2 / 2013 г.

ОТ РЕДАКЦИИ	2
-------------------	---

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Виртуальная реальность: социокультурный аспект границы <i>Котова С. С.</i>	3
---	---

Проблемы регулирования заработной платы в зарубежных странах <i>Крицкая Г. А., Котков А. М.</i>	7
---	---

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Модель плазменной антенны <i>Свешников В. К.</i>	11
---	----

Возможности применения наземного лазерного сканирования в курсе «Светотехника» <i>Толкачева К. П., Токмаков Е. В.</i>	15
---	----

Постановка лабораторной работы «Сравнение возможностей оптического и сканирующего зондового микроскопов» <i>Хвастунов Н. Н., Вандышев С. О., Васильченко В. Г.</i>	24
--	----

Опыт использования свободного программного обеспечения при изучении информатики в вузе <i>Кормилицына Т. В.</i>	31
---	----

Обобщение новаторского опыта обучения математике <i>Егорченко И. В.</i>	35
--	----

Описание гомотопически устойчивого аналога симплициального объекта в терминах операд <i>Ладошкин М. В.</i>	41
--	----

Разработка видеозадач при изучении курса физики в школе <i>Кудряшов В. И., Фатеев А. В.</i>	47
--	----

Исследование гидродинамических неустойчивостей на заряженной поверхности цилиндрической конфигурации жидкости <i>Миринова С. М.</i>	53
--	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Исследование частотной дисперсии диэлектрических коэффициентов и электропроводности γ -облученных монокристаллов TlGaS_2 <i>Мустафаева С. Н., Асадов М. М.</i>	58
--	----

Фотохимическая реакция в наноразмерных осажденных из раствора пленках твердых растворов A^2B^6 <i>Джафаров М. А., Насиров Э. Ф., Джахангирова С. А.</i>	63
---	----

Физические свойства асимметричного высокочастотного емкостного разряда низкого давления <i>Круглов М. С., Ковалевский В. Л., Савинов В. П., Свиридкина В. С., Якунин В. Г.</i>	73
--	----

Установки для исследования внутреннего трения и модулей упругости <i>Буряк В. В.</i>	80
--	----

ABSTRACTS	84
------------------------	----

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	88
----------------------------------	----

Ежегодно в апреле в ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет» проводится Всероссийская олимпиада студентов по теории и методике обучения физике. Задачи проведения олимпиады заключаются в выявлении талантливых студентов педвузов, интересующихся методикой обучения физике и научно-исследовательской деятельностью в соответствующей области; способствовать средствами олимпиады становлению профессиональной компетентности будущих учителей физики; способствовать осознанию руководителями педвузов значимости физики как учебного предмета и необходимости уделять повышенное внимание подготовке будущих учителей физики.

Команда студентов физико-математического факультета ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева» принимала участие в этой олимпиаде в третий раз. На протяжении трех дней студенты в рамках Всероссийской олимпиады студентов по теории и методике обучения физике участвовали в двух турах – теоретическом и экспериментальном; в трех конкурсах – самодельных приборов, научных докладов студентов, цифровых образовательных ресурсов по физике; в командном соревновании по теории и методике обучения физике. Кроме того, был организован вечер знакомств, где ребята смогли пообщаться с участниками других команд, которые приехали на олимпиаду с разных уголков нашей страны.

Команда студентов физико-математического факультета достойно выступила на олимпиаде, о чем свидетельствуют награды, которыми были удостоены все участники нашей команды: студентка группы МДФ-108 Салмина О. В. заняла второе место в конкурсе научных докладов студентов, студентка группы МДФ-109 Горина А. Д. заняла третье место в теоретическом туре олимпиады, студенты группы МДФ-109 Азисов А. Р. и Нуждин М. А. заняли третье место в конкурсе самодельных приборов.

По итогам олимпиады победителям и призерам была предложена публикация их работ в центральном издании.

*Кудряшов В. И., доцент кафедры физики
и методики обучения физике МордГПИ*

ГЕННАДИЙ ИВАНОВИЧ САРАНЦЕВ: ОСНОВОПОЛОЖНИК МЕТОДОЛОГИИ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ



17 мая 2013 года исполнилось 75 лет одному из ведущих ученых в области теории и методики обучения математике доктору педагогических наук, профессору, члену-корреспонденту РАО Геннадию Ивановичу Саранцеву, автору более 200 научных работ, среди которых 40 монографий и учебных пособий.

Геннадий Иванович Саранцев родился в г. Нижний Ломов Пензенской области. В 1967 году окончил физико-математический факультет Пензенского государственного педагогического института, а в 1971 году аспирантуру Московского государственного педагогического института имени В. И. Ленина (ныне МПГУ).

С 1971 по 1973 годы работал старшим преподавателем кафедры математики Калужского государственного педагогического института. С 1973 года по настоящее время Геннадий Иванович работает в Мордовском государственном педагогическом институте имени М. Е. Евсевьева. Более 30 лет он заведует кафедрой, первоначально математики, а затем методики преподавания математики, пять лет был деканом физико-математического факультета.

Научная деятельность Г. И. Саранцева связана с постановкой и решением ряда наиболее крупных проблем педагогической науки. В начале педагогической деятельности (70–80-е гг.) в центре его научных интересов были проблемы совершенствования математического образования в средней школе и педагогическом вузе в контексте осуществляемой реформы, в частности проблемы организации обучения математике в сельской школе. В это время им была разработана оригинальная концепция использования задач в обучении математике, на основе которой издан «Сборник задач на геометрические преобразования» (М., Просвещение, 1975; 2-е изд. – 1981; 3-е изд. – 1997). Результаты исследований по проблеме задач обобщены им в книге «Упражнения в обучении математике» (М., Просвещение, Б-ка учителя математики). В эти годы Г. И. Саранцев принимал активное участие в разработке новых программ по математике для средних школ и экспериментальной проверке школьных учебников математики.

В рамках направления, связанного с сельской школой, Г. И. Саранцев руководил группой исследователей, работающих над проблемой «Урок в малокомплектной школе». В эту группу входили преподаватели различных вузов и учителя средних школ. Под руководством Г. И. Саранцева были разработаны теоретические основы урока в малочисленных классах, содержание различных типов урока по математике, физике, биологии, языку и т. д. в классах с малой наполняемостью. По данной проблеме было издано несколько сборников межвузовских научных трудов, и проведена Всероссийская научная конференция.

В 90-е гг. Г. И. Саранцевым формируется новое крупное научное направление – методология методики обучения математике. Результаты исследований этого направления заложили основу методики математики как самостоятельной научной области. Им разработана концепция методологии обучения математике, раскрыто содержание объекта, предмета этой научной области, методической системы обучения математике, ее внешней среды, что позволило ввести в предметную методику системный анализ и деятельностный подход. В контексте методики математики как самостоятельной научной области исследовано содержание компонентов методической системы обучения: целей математического образования, методов, форм, средств обучения математике. Многие результаты исследо-

вания имеют эвристический характер и распространяются на дидактику и методики обучения различным предметам. Данная тема была включена в Комплексную программу «Научное обеспечение региональной образовательной политики в Поволжье», которая содержится в «Плане важнейших научных исследований РАО». Результаты этого исследования отражены в монографиях, пособиях для учителей, учебных пособиях для студентов и статьях, опубликованных в журнале «Педагогика» (более 20 статей).

Монография Г. И. Саранцева «Методология методики обучения математике» (Саранск, 2001) является первой крупной научной работой в области методологии методической науки.

Несколько лет под руководством Г. И. Саранцева в рамках тематического плана научно-исследовательских работ, проводимых по заданию Министерства образования РФ, осуществляется исследование проблемы гуманитаризации математического образования. В результате разработана концепция гуманитаризации математического образования, выделены закономерности влияния этого феномена на обучение математике, разработана методика формирования математических понятий и обучения доказательству в условиях гуманитаризации образования. По инициативе Г. И. Саранцева было проведено несколько Всероссийских научных конференций (при финансовой поддержке РГНФ) по проблемам гуманитаризации математического образования.

Г. И. Саранцев создал комплекс учебной литературы по методологии, теории и методике обучения математике для студентов университетов и педвузов. Он является автором учебных пособий, которым присвоен гриф МО РФ (или МП РСФСР): «Методика обучения математике» (М., 2002), «Сборник упражнений по методике преподавания математики» (М., 1983), «Методика преподавания геометрии в девятилетней школе» (Саранск, 1992) и др. Ряд его работ входит в Библиотеку учителя математики. Геннадий Иванович является автором многих актуальных и интересных статей в журнале «Математика в школе» (им опубликовано более 30 статей). Его книга «Методика обучения математике» является одним из основных учебных пособий для студентов математических специальностей педвузов и относится к разряду учебников нового поколения.

Г. И. Саранцев – создатель научной школы. Во многих городах нашей страны – Арзамасе, Балашове, Кирове, Краснодаре, Пензе, Саранске, Тюмени, Ульяновске, Шадринске и др., работают его ученики, активно развивающие методическую науку. В 1992 году под его руководством был открыт региональный диссертационный совет по защите кандидатских диссертаций по теории и методике обучения математике, а в конце 90-х гг. – диссертационный совет по защите докторских диссертаций по теории и методике обучения математике; общей педагогике, истории педагогики и образования. За время работы совета были защищены более ста диссертаций учеными различных регионов России.

Большое влияние на формирование методической культуры соискателей оказывает межрегиональный методологический семинар, много лет руководимый Г. И. Саранцевым. Семинар оказал существенную помощь аспирантам и молодым преподавателям из разных регионов нашей страны в осуществлении и завершении своих диссертационных исследований. Г. И. Саранцевым подготовлено более 50 докторов и кандидатов наук. С его помощью в ряде педвузов были созданы методические кафедры, руководимые его учениками.

За заслуги в научно-педагогической деятельности и большой вклад в подготовку квалифицированных специалистов Г. И. Саранцев удостоен званий «Заслуженный учитель Мордовской АССР», «Заслуженный деятель науки Республики Мордовия», награжден медалью К. Д. Ушинского, знаками «Отличник просвещения» и «Отличник просвещения СССР», а в 2007 году Указом президента РФ ему присвоено почетное звание «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации».

Коллектив физико-математического факультета Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА
«УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ»**

Журнал «Учебный эксперимент в образовании» включает разделы:

- 1. Проблемы, теория и практика учебного эксперимента в образовании.**
- 2. Современные научные достижения в технике эксперимента.**
- 3. Лекционные демонстрации в преподавании естественно-научных, технических и гуманитарных дисциплин.**
- 4. Лабораторные приборы и установки.**
- 5. Учебный эксперимент и вопросы формирования ценностной системы личности.**
- 6. Компьютерные технологии в образовании.**
- 7. Проблемы управления образовательным процессом.**

К публикации принимаются материалы, касающиеся результатов оригинальных исследований и разработок, не опубликованные и не предназначенные для публикации в других изданиях. Объем статьи 6–12 с. машинописного текста и не более 2–4 рисунков.

1. В редакцию необходимо представлять следующие материалы:

1.1 Рукопись статьи – 1 экз. в печатном виде на листах формата А4 (оформление – см. п. 2) и 1 экз. в электронном виде (оформление – см. п. 3). Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному.

1.2 Ходатайство на имя главного редактора журнала члена-корреспондента АЭН РФ, доктора технических наук, профессора В. К. Свешникова, подписанное руководителем организации и заверенное печатью.

1.3 Два экземпляра рецензии, подписанные специалистом и заверенные печатью учреждения. В рецензии отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень представленного материала и дается рекомендация об опубликовании статьи в журнале.

1.4 Сведения об авторе(ах): ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, факс, e-mail, почтовый индекс и адрес.

1.5 Фамилия и инициалы автора(ов), название статьи, аннотация (не более 0,3 стр.), ключевые слова и фразы на русском и английском языках.

1.6 В конце статьи – список литературы (оформление – см. п. 2.6.).

1.7 Индекс УДК (универсальная десятичная классификация).

2. Правила оформления рукописи статьи в печатном виде:

2.1 Текст рукописи набирается шрифтом Times New Roman размером 14 pt с межстрочным интервалом 1,5. Русские и греческие буквы и индексы, а также цифры набирать прямым шрифтом, а латинские – курсивом. Аббревиатуры и стандартные функции (Re, cos) набираются прямым шрифтом.

2.2 Размеры полей страницы по 20 мм формата А4. Обязательна нумерация страниц по центру.

2.3 Основной текст рукописи может включать формулы. Формулы должны иметь нумерацию (с правой стороны в круглых скобках). Шрифт формул должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. п. 2.1). В статье должен быть необходимый минимум формул, все второстепенные и промежуточные математические преобразования выносятся в приложение к статье (для рецензента).

2.4 Основной текст рукописи может включать таблицы, рисунки, фотографии (черно-белые или цветные). Данные объекты должны иметь названия и сквозную нумерацию. Качество предоставления рисунков и фотографий – высокое, пригодное для сканирования. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. п. 2.1). Шрифт надписей внутри рисунков – Arial № 10 (обычный).

2.5 Список литературы размещается в конце статьи в порядке последовательности ссылок в тексте. Ссылки на литературу в тексте заключаются в квадратные скобки. Оформление списка литературы проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

2.6 Рукопись должна быть тщательно отредактирована и подписана автором(ми) с обратной стороны последней страницы с указанием контактных телефонов.

3. Правила оформления рукописи статьи в электронном виде

3.1 В электронном виде необходимо представить два текстовых файла: 1) рукопись статьи; 2) информация об авторе(ах). Запись файлов выполняется в текстовом редакторе MicrosoftWord (расширения .doc или .rtf) на дискету или лазерный диск, а также возможна отправка на электронную почту (см. ниже). В названии файлов указывается фамилия автора(ов).

3.2 Все графические материалы (рисунки, фотографии) записываются в виде отдельных файлов в графических редакторах CorelDraw, Photoshop и др. (расширения .cdr, .jpeg, .tiff). Все графические материалы должны быть доступны для редактирования.

4. Общие требования:

4.1 Редакция оставляет за собой право дополнительно назначать экспертов.

4.2 Рукописи, не соответствующие изложенным требованиям, к рассмотрению не принимаются.

4.3 Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не возвращаются. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописей.

4.4 На материалах (в том числе графических), заимствованных из других источников, необходимо указывать авторскую принадлежность. Всю ответственность, связанную с неправомерным использованием объектов интеллектуальной собственности, несут авторы рукописей.

4.5 Гонорар за опубликованные статьи не выплачивается.

4.6 Рукописи статей с необходимыми материалами представляются ответственному секретарю журнала Т. В. Кормилициной по адресу:

430007, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11 а, каб. 221. Тел.: (8342) 33-92-82; тел./факс: (8342) 33-92-67; эл. почта: edu_exp@mail.ru

5. Порядок рассмотрения статей, поступивших в редакцию:

5.1 Поступившие статьи рассматриваются членами редколлегии в течение месяца.

5.2 Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие установленным требованиям или тематике журнала. Рукописи, не принятые к опубликованию, авторам не возвращаются.

5.3 Редакционная коллегия не вступает в дискуссию с авторами отклоненных материалов и не возвращает рукописи.

5.4 Редакция не несет ответственность за допущенные авторами ошибки и плагиат в содержании статей.

5.5 Редакционная коллегия в течение 7 дней уведомляет авторов о получении статьи. Через месяц после регистрации статьи редакция сообщает авторам о результатах рецензирования и о сроках публикации статьи.

5.6 Редакционная коллегия предоставляет автору бесплатный экземпляр журнала, содержащий опубликованную статью.

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 дополнительном каталоге «Роспечать» по Республике
Мордовия – 31458.

Подписная цена на полугодие – 314 руб. 68 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