

**УЧЕБНЫЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ
В ОБРАЗОВАНИИ**

Научно-методический журнал

**ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ
∞
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
∞
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

4/2011

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический рецензируемый журнал

№ 4 2011 октябрь-декабрь

Основан в марте 1997 г.
Выходит 4 раза в год

ISSN 2079-875X

Издание журнала одобрено
МИНИСТЕРСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Материалы второй Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием «Учебный эксперимент и образование»*

Главный редактор

В. К. Свешников

Зам. главного редактора

Г. Г. Зейналов

Ответственный секретарь

Т. В. Кормилицына

Редакционная коллегия

Х. Х. Абушкин, Ю. Г. Байков,
С. В. Бубликов, Г. А. Винокурова,
В. П. Власова, Н. В. Вознесенская,
П. В. Замкин, Л. С. Капкаева,
А. Н. Кокинов, С. М. Мумряева,
В. П. Савинов, М. А. Якунчев,
С. А. Ямашкин

Редакционный совет

В. В. Кадакин, В. В. Майер,
Н. М. Мамедов, Л. А. Микешина,
В. М. Коротов, Г. М. Лончин,
В. С. Сенашенко, Т. И. Шукшина, Н. А. Яценко

Компьютерный набор и вёрстка

Т. В. Кормилицыной

Учредители журнала:

- ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»
- ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»
- ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет им. В. Г. Белинского»

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

Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за аутентичность цитат, приводимых имен и дат, а также за точность употребляемой терминологии несут сами авторы.

ОТ РЕДАКЦИИ

РЕЗОЛЮЦИЯ

второй Всероссийской заочной научно-практической конференции
с международным участием
«Учебный эксперимент и образование»

Всероссийская заочная научно-практическая конференция с международным участием «Учебный эксперимент и образование» проводилась в г. Саранске с 22 июня по 22 октября 2011 года.

Организаторы – ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», научно-образовательный центр «Естественнонаучное образование», научно-образовательный центр «Гуманитарные науки и образование».

Цель конференции: обсуждение проблем, связанных с инновационным развитием России, модернизацией образования и определения сущности современного эксперимента в образовании. Конференция охватила широкий круг проблем, связанных с историей, сущностью, функциями и задачами учебного эксперимента, ролью образования в социальных преобразованиях.

Ключевая тема конференции связаны с историей, сущностью, функцией и задачами учебного эксперимента в учебном процессе, роли образования в социальных преобразованиях. На конференции в большей или меньшей степени был затронут и анализирован практически весь круг вопросов, касающихся следующих проблем:

Проблемы, теория и практика учебного эксперимента в образовании.

Современные научные достижения в технике эксперимента.

Лекционные демонстрации в преподавании естественнонаучных, технических и гуманитарных дисциплин.

Лабораторные приборы и установки.

Учебный эксперимент и вопросы формирования ценностной системы личности.

Информационно компьютерные технологии в образовании.

Проблемы управления образовательным процессом.

Оргкомитет отмечает, что для участия в конференции было подано более 100 заявок из различных регионов Российской Федерации и ближайшего и дальнего зарубежья. Получены заявки из г. Кокшетаус (Казахстан), из городов Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Волгоград, Омск, Шуя, Соликамск и других. Представлена научная работа и представителей вузов Республики Мордовия (ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева» и ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»), АНО ВПО Центросоюза РФ «Рос-

сийский университет кооперации» филиал «Саранский кооперативный институт»).

Участие в конференции приняли как доктора и кандидаты наук, так и аспиранты, магистранты, научные сотрудники вузов, а также студенты.

Для опубликования в журнале «Учебный эксперимент в образовании» было одобрено и рекомендовано 50 докладов. Предлагаемый редакционной коллегией данный номер журнала демонстрирует интерес специалистов из различных областей науки к проблемам отечественного образования и процессам инновационного развития РФ и информатизации основных сфер жизни современного общества.

Актуальность и широта проблем, предложенных конференцией заинтересовали ученых из Кокшетауского государственного университета им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетаус, Казахстан, Восточно-Казахстанского Государственного Университета им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан, Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена, Северо-Западного государственного заочного технического университета, Нижегородского педагогического государственного университета, Омского государственного педагогического университета, Соликамского государственного педагогического института, Шуйского государственного педагогического университета, Волгоградского института искусств им. П. А. Серебрякова, Белгородского государственного национального исследовательского университета, Мордовского государственного педагогического института им. М. Е. Евсевьева, Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева, Шуйского государственного педагогического университета и других вузов.

Отмечая высокий научный уровень представленных на конференцию докладов, считаем необходимым:

1. Продолжить проведение заочных научно-практических конференций.
2. Провести в 2012 году Всероссийскую заочную научно-практическую конференцию «Учебный эксперимент и образование» на базе ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 37.013

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ А. С. МАКАРЕНКО: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Л. И. Гриценко

*ГОУ ДПО «Волгоградская государственная академия
повышения квалификации и переподготовки работников
образования», г. Волгоград, Российская Федерация*

В статье раскрывается важнейшая особенность макаренковской педагогики – её интегративный характер, на основе чего возможно разрешение ряда современных проблем воспитания: новаторство и традиции, технология и творчество, коллектив и личность.

Ключевые слова и фразы: макаренковская педагогика, методология, интеграция, целостность, диалектический подход.

Педагогическое наследие А. С. Макаренко – одно из выдающихся достижений XX века, но оно является не только феноменом прошлого, сколько задачей будущего. Сила творческого мышления и педагогического эксперимента Макаренко – в их системности и стремлении отражать факты и явления стратегического значения. Идеи выдающегося педагога носят настолько новаторский характер, что поставленные и разработанные им задачи опередили современную ему педагогику на несколько десятков лет. Его наследие вошло в фонд общечеловеческих ценностей, стало достоянием мировой педагогики.

Сегодня освоение и развитие идей выдающегося педагога необходимо вывести на новый уровень на основе осмысления его наследия с учётом новых социальных, педагогических, психологических и других знаний современной науки.

Успешные творческие поиски в современной теории и практике воспитания идут в направлении открытых А. С. Макаренко закономерностей, они носят инвариантный, всеобщий, глубинный характер.

Одна из важнейших особенностей макаренковского эксперимента, определяющая его новаторский характер, – это идея интегративности. Конструирование любой педагогической теории или системы – это поиски их целостности. Целостность предполагает внутреннее единство объектов, их относительную автономность от окружающей среды.

Специфика и новаторство педагогической системы А. С. Макаренко заключаются в интегративном характере её целостности. Именно эта органиче-

ская (а не суммативная) целостность, которая представляет собой конструктивный синтез противоположных оппозиций, определяет ее научность и уникальность.

Природосообразный закон творческого развития – это развитие через единство и борьбу противоположностей. Для того, чтобы осуществлялось качественное развитие системы, она должна проходить через кризисы разрешения противоречий методологического уровня, синтезируя при этом противоположности, являющиеся членами противоречий.

А. С. Макаренко доказал своим опытом, что строить педагогическую систему на одной концепции, отбрасывая «неправильные» подходы, неэффективно, неплодотворно. Любая теория имеет сильные и слабые стороны, а разнообразие педагогических задач и ситуаций, а самое главное – особенностей детей, так велико, что их все нельзя успешно решать с помощью односторонне ориентированных педагогических и психологических средств.

В основе творческого (качественно нового) развития педагогической системы А. С. Макаренко лежит принцип интегративной диалектической целостности, рассматриваемой как единство противоположностей.

Новаторство А. С. Макаренко заключается в том, что он отошел от стереотипов «правильного» и «неправильного» в воспитании. «Моя педагогическая вера: педагогика – вещь, прежде всего диалектическая – не может быть установлено никаких абсолютно правильных педагогических мер или систем. Всякое догматическое положение, не исходящее из обстоятельств и требований данной минуты, данного этапа, всегда будет порочным» [1]. А. С. Макаренко как раз писал об ошибке уединенного средства: «Никакое средство вообще, какое бы ни взяли, не может быть признано ни хорошим, ни плохим, если мы рассматриваем его отдельно от других средств, от целой системы... Наказание может воспитывать раба, а может воспитывать... и очень свободного и гордого человека» [2]. А. С. Макаренко в своем воспитании не уступил «...ни разболтанному анархическому, свободному индивидуализму, ни формалистическим соблазнам внешней муштровки» [3].

В основе диалектической педагогической системы А. С. Макаренко лежит интегративный подход. В педагогике сегодня интеграция часто понимается как простое дополнение, сближение. Например, интегративные уроки, лекции–диалоги предполагают чаще всего суммарное объединение знаний различных наук. В таких случаях не отрефлексировано методологическое значение принципа интегративности – создание нового через разрешение противоречий с помощью конструктивного синтеза. Этим новым может быть новая система, теория, идея, новый метод, новый смысл и т. д. Интеграция – это не эклектическое (механическое) соединение различных элементов, а их конструктивный синтез, то есть осмысленный, системный, в результате которого появляется новое качество.

Интегративный характер педагогики А. С. Макаренко проявляется на различных уровнях функционирования его педагогической системы (методологическом, теоретическом, технологическом) и в решении различных содержательных проблем, которые являлись и до сих пор являются причиной

многих дискуссий. Можно назвать хотя бы важнейшие из них, в разрешении которых сегодня может помочь макаренковский опыт.

Характерным для Макаренко было единство преемственности и новаторства. Не противопоставление «старого» и «нового», традиций и новаторства, а их диалектика, взаимодополняемость.

Педагогический опыт и идеи А. С. Макаренко впитали в себя многое из классического наследия не только отечественной и мировой педагогики, но и в целом того богатства естественнонаучных, антропологических и социально-экономических знаний, которое сформировалось на рубеже XIX–XX вв. Макаренко дает блестящие образцы закрепления достижений прошлого в творчески преобразованном виде, их качественного обогащения и развития. Непонимание единства преемственности и новаторства было и остается главным основанием для критики идей и опыта А. С. Макаренко.

Нельзя не сказать о реализации А. С. Макаренко идеи единства двух способов постижения мира: рационального и образного. Богатство духовно-эмоциональной жизни и в литературном творчестве, и в педагогической деятельности в сочетании с исследовательским теоретическим подходом позволил Макаренко осуществить необычайно успешный педагогический эксперимент, в котором реализуется единство творческого и технологического подходов.

А. С. Макаренко ввел понятие педагогической технологии. Им были определены основные составляющие технологического педагогического процесса, которые и сегодня признаются необходимыми компонентами педагогической технологии в любой трактовке. Он писал: «Наше педагогическое производство никогда не строилось на технологической логике, а всегда по логике моральной проповеди... Именно потому у нас просто отсутствуют все важные отделы производства, технологический процесс, учет операций, конструкторская работа, применение кондукторов и приспособлений, нормирование, контроль, допуски и браковка. Когда подобные слова я несмело произносил у подошвы «Олимпа», боги швыряли в меня кирпичами и кричали, что это механистическая теория» [4].

Основными признаками педагогической технологии сегодня являются системность, обеспечивающая гармонию целей и средств, имеющая природосообразное научное обоснование (у Макаренко «технологический процесс», «конструкторская работа»); критериально-диагностические цели («нормирование»); система предписаний, ведущих с большой гарантией к результату («учет операций»); система обратной связи («контроль, допуски и браковка»). Все эти свойства педагогической технологии обеспечивают высокую степень управления деятельностью воспитанников (учащихся), благодаря чему воспитание (обучение) осуществляется рационально, оптимально и с большой эффективностью.

А. С. Макаренко прекрасно понимал границы технологии в воспитании: «...для меня было ясно, – писал Макаренко – что очень многие детали в человеческой личности и в человеческом поведении можно было сделать на прессах ... но для этого нужна особенно тонкая работа самих штампов, тре-

бующая скрупулезной осторожности и точности. Другие детали требовали, напротив, индивидуальной обработки в руках квалифицированного мастера... Для многих деталей необходимы были сложные специальные приспособления, требующие большой изобретательности и полета человеческого гения» [5]. Понятно, что А. С. Макаренко употребляет здесь образные выражения, говоря о работе педагога. Ясен главный смысл его идеи: в педагогической работе должно быть сочетание технологических аспектов и высочайшего уровня педагогического творчества воспитателя.

Еще один важный аспект проявления интегративной целостности воспитания А. С. Макаренко касается методов воспитания, а именно: в зависимости от педагогической ситуации он применял и директивные методы (требование, поощрение, наказание и т. д.), и гуманистические (побуждение воспитанников к самостоятельному анализу своих действий – рефлексии, включение в различные виды деятельности, приписывание положительного мотива негативным действиям детей и подростков, ситуации свободного выбора, морального сотворчества и т. д.).

Величайшей заслугой педагога-новатора была разработка теоретических и методических основ для решения проблемы: коллектив и личность в едином воспитательном процессе социализации личности и развития ее индивидуальности в гуманном организованном сообществе (коллективе). В настоящее время довольно распространенной является позиция, согласно которой воспитание в коллективе противопоставляется личностно ориентированному воспитанию. При этом предполагается, что личность в коллективе не может свободно развиваться.

Идея личностной направленности воспитания в современной педагогической практике чаще всего трактуется как усиление внимания к изучению и учету индивидуальных особенностей детей и уменьшение (если не полное устранение) роли детского коллектива в воспитательной работе. На самом деле такое толкование личностного подхода является его ошибочным отождествлением с индивидуальным подходом, при котором ребенок остается объектом воздействий со стороны педагога. Не отрицая ни в коей мере необходимости индивидуального подхода, следует определить, что личностный подход предполагает создание условий, при которых воспитанники и педагоги, опираясь на свои индивидуальные особенности, находят собственные способы субъективации в той или иной деятельности и в жизни вообще. Для этого необходимо создание «поля», в котором востребованы и могут развиваться личностные качества детей и взрослых. Таким «полем» может стать воспитательный коллектив, который, по определению А. С. Макаренко, представляет единство детского и педагогического коллективов.

А. С. Макаренко в своем личностно-социальном воспитании интегрировал личностные и социальные факторы, создав условия в виде коллектива для одновременного развития индивидуальности каждого члена коллектива и его естественной социализации. Тем самым педагог-новатор решил проблему отношений личности и общества через гармонизацию этих отношений, коллективных и личных интересов и целей путем перманентного разрешения

возникающих противоречий. «В практике коллектива на каждом шагу возникают вопросы противоположения личных и коллективных целей и вопросы гармонизирования этих целей. Если в коллективе чувствуется это противоречие между целями общими и частными, личными, значит, коллектив ... организован неправильно» [6].

На основе принципа интегративности коллизия «личность – сообщество» разрешается через их объединение в воспитательном процессе, который представляет собой единство непрерывного и дискретного. Воспитание состоит из ряда ситуаций (коллизий), которые могут разрешаться таким образом, чтобы способствовать развитию личности или сообщества. Однако в целом это всегда ведет к повышению уровня развития и личности, и сообщества, так как развитие одного тянет за собой развитие другого. Чем более развито сообщество (в любом плане: нравственном, интеллектуальном, эмоциональном и т. д.), тем больше возможностей получает каждый его член для своего личностного развития. И наоборот, развитие сообщества зависит от развития личностей, его составляющих. В сообществе, находящемся на высоком уровне организованности (коллективе), его интеллектуальное, нравственное, эмоциональное поля не есть простая сумма соответствующих индивидуальных полей его членов. В таком сообществе любое поле вбирает в себя все лучшее, что есть у членов сообщества, нивелируя имеющиеся у них недостатки.

Таким образом, воспитание, основанное на принципе диалектической интегративной целостности, предполагает создание условий, обеспечивающих взаимное развитие сообщества и каждой личности, входящей в него. При педагогически грамотной организации такого воспитания гарантируется развитие у каждой личности таких индивидуальных свойств, которые очень трудно или даже невозможно развить вне гуманного организованного сообщества, например, способность к эмпатии, рефлексии, коллективной мыслительности, к оптимальному гуманному общению и т. д.

Ведущей идеей гуманистического личностно-социального воспитания А. С. Макаренко является, таким образом, идея гармонизации взаимодействия личности и социума.

Новаторство и непреходящее значение А. С. Макаренко заключается в создании методологии построения целостной педагогической системы, способной к творческому саморазвитию на основе интеграции противоположностей. Педагогику Макаренко нельзя считать атрибутом педагогического пантеона, принадлежащей истории, в ней можно найти идеи и технологии решения проблем современной педагогической науки и практики.

Теоретические исследования и многолетняя практика применения идей и опыта А. С. Макаренко и в нашей стране и за рубежом показали, что они являются эффективными в любых условиях: в школе или в учреждениях интернатного типа, в работе с «трудными» детьми и с обычными школьниками, в пенитенциарных заведениях. Успешность применения макаренковской педагогики не зависит также и от национальных и социально-экономических особенностей. Сегодня, в условиях диалога зарубежных и отечественных ис-

следователей Макаренко, мировое значение и статус его опыта выявляется особенно наглядно. Естественно, что в различных условиях не должно быть воспроизведения системы Макаренко «один к одному». Творческое исследование богатейшего опыта педагога-новатора – это воплощение его идей в новые формы работы, соответствующие духу нашего времени.

Литература

1. Макаренко, А. С. Педагогические сочинения: в 8 томах / А. С. Макаренко. – М., 1983 – 1986. - Т.1. – С. 261.
2. Макаренко, А. С. Педагогические сочинения: в 8 томах / А. С. Макаренко. – М., 1983 – 1986. - Т.4. – С. 128.
3. Макаренко, А. С. Педагогические сочинения: в 8 томах / А. С. Макаренко. – М., 1983 – 1986. - Т.4. – С. 50.
4. Макаренко, А. С. Педагогические сочинения: в 8 томах / А. С. Макаренко. – М., 1983 – 1986. - Т.3. – С. 391.
5. Макаренко, А. С. Педагогические сочинения: в 8 томах / А. С. Макаренко. – М., 1983 – 1986.
6. Макаренко, А. С. Педагогические сочинения: в 8 томах / А. С. Макаренко. – М., 1983 – 1986. - Т.4. – С. 193.

УДК 37.017.7

РАЗРАБОТКА А. В. ЛУНАЧАРСКИМ ИДЕАЛА «НОВОГО ЧЕЛОВЕКА»: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД

С. Г. Новиков, О. С. Забелинская

*МОУ ВПО «Волгоградский институт искусств им. П. А. Серебрякова»,
г. Волгоград, Российская Федерация*

Статья рассматривает процесс разработки Луначарским идеала «нового человека» под влиянием стратегии правившей партии, традиционного нравственного идеала и марксистской доктрины. Авторы считают, что этот идеал приобрёл гибридный характер.

Ключевые слова и фразы: идеал, воспитание, воспитательный проект, гибридный характер, модернизация общества, антропоцентризм, социоцентризм.

Заявленное современным руководством России намерение перевести наше общество на рельсы инновационного развития закономерно порождает вопрос о том, каковы должны быть ценностные ориентации и нравственные идеалы субъекта указанного транзита. Такой вопрос возникает перед авторами любого масштабного социального начинания. Волновал он и инициаторов отечественного эксперимента первой трети XX века – большевиков, предпринявших дерзкую попытку «догнать и перегнать» индустриальный Запад. Их мегапроект по созданию мощной и независимой страны, способной стать примером остальному человечеству, имеет сегодня множество критиков и

является предметом острых дискуссий. Но и самый яростный противник большевистских модернизаторов не может не признать их неистового желания превратить Россию в форпост современной им цивилизации, в лидера Истории. Ими был разработан также важный воспитательный проект (формирования «нового человека» – личности, призванной сделаться реализатором программы индустриальной модернизации страны).

По справедливому замечанию современных учёных, идеал «нового человека» неизменно «актуализировался во все критические времена» [1]. Однако большевистская попытка 1920-1930-х годов отличается от многих иных практик именно своей *системностью*, тем, что социально-педагогическая проектная деятельность оказалась подсистемой более широкого социального проекта. Как раз благодаря этой своей особенности большевистский воспитательный эксперимент интересен современным учёным и общественным деятелям.

Разработка воспитательного проекта начиналась с определения воспитательного идеала. В этом процессе участвовали многие лидеры партии и государства: Н. И. Бухарин, Н. К. Крупская, Е. А. Преображенский, Л. Д. Троцкий и др. В когорте «старых большевиков» особо выделялся А. В. Луначарский, занимавший с 1917 по 1929 годы пост народного комиссара просвещения страны. Подобно своим коллегам, он полагал, что следует не ждать появления нового «человеческого материала», а формировать его практической созидательной деятельностью. При этом Луначарский подчёркивал, что указанный процесс должен иметь масштабный характер, охватывать все слои общества. Он полагал, что указанная массовидность нужна не столько обществу, сколько самому «человеку воспитываемому». Луначарский писал: «Можно создать отдельные индивидуальности, которые будут лучше окружающих, которые будут *страдать от этого*, чувствовать себя *бессильными*» (курсив здесь и далее наш – С. Н. и О. З.) [2].

Анализ статей и речей наркома просвещения показывает, что выстраивание им ценностного образца «нового человека» подчинялось общей для большевиков логике. Он, как и другие большевистские теоретики, разрабатывал систему ценностей, руководствуясь принципом дуальной оппозиции, путём противопоставления «социалистического» – «буржуазному». Представляя мир вслед за носителями традиционного народного сознания как арену борьбы Правды и кривды, он (вместе с Троцким, Бухариным и другими) к первой относил всё связанное с «социалистическим» будущим, а ко второй – с «буржуазным» прошлым [3]. В качестве одной из важнейших ценностей «нового человека» Луначарский выдвигал *коллективизм*. И в этом он был не оригинален. В данном случае нарком просвещения, подобно своим однопартийцам, следовал за народной отечественной традицией, с одной стороны, и руководствовался тем пониманием общества будущего, которое было у теоретиков РКП(б) / ВКП(б), с другой. Он видел «нового человека» такой личностью, которая «должна быть готова принести себя в жертву общим задачам; мало быть готовым умереть за эти задачи – мы требуем большего: мы требуем жить этими задачами, жить каждый час своей жизни» [4].

Однако в отличие от многих своих соратников (Е. А. Преображенского, И. В. Сталина, Е. М. Ярославского и др.) А. В. Луначарский понимал всю сложность диалектики отношений между «индивидуализмом» (который настойчиво порицался большинством партийных теоретиков и пропагандистов) и «коллективизмом» [5]. Ссылаясь на Ленина, он писал: «Является в высокой степени неправильным и даже прямым уклонением в ересь, с точки зрения коммунизма, утверждение, что мы вступаем в период массовой жизни в том смысле, что коллектив как комплекс индивидуумов заменит собой мастера. Владимир Ильич в области политики боролся с крайним напряжением против этой ереси» [6].

Раз за разом, возвращаясь к данной мысли, он восклицал: «Разве социализм предполагает потерять всё тонкое, выразительное, индивидуальное? Мы считаем, что коммунистический строй есть гармоничное сочетание людей... с самыми разнообразными способностями, которые соединяются вместе, потому что они как музыканты оркестра, которые играют каждый свою партию, соединяются вместе в известную гармонию. Мы не должны забывать индивидуальные стороны человеческого сердца... Мы будем любить не только идеи, но и друг друга. И потому все стороны индивидуальной жизни должны быть освещены и согреты и глубоко поняты, ибо на здоровом теле звучной, тонкой, внимательной и отзывчивой индивидуальности строится всё это величественное здание» [7]. Луначарский постулировал: «Мы... не забываем прав личности на своеобразное развитие. Нам незачем урезывать её, обманывать и отливать в насильственные формы: прочность социалистического общества заключается не в казарменном однообразии и не в искусственной дрессировке, не в религиозном или эстетическом обмане, но в реальной солидарности интересов» [8].

Адептам «безличностного коллективизма» (а ими были большинство неофитов «русифицированного марксизма») Луначарский пояснял, что в «коллективно-урегулированном производстве» человек будет свободен, так как более ему не придётся находиться «в рабской зависимости от машины». Рисуя образ жизни «нового человека», нарком писал: Человек «совершенно индивидуально устраивает свою обстановку, свои философские убеждения, свою семью, свой бытовой уклад. Если при этом *возникает великое разнообразие*, – тем лучше. Это значит, что общество расцветает пышным цветом. Это великое разнообразие никогда не превратится в хаос, ибо интересы не будут противоположны, ибо в основном-то тогда люди являются братьями и сотрудниками». Луначарский полагал, что при достижении в строящемся социуме «экономической общественной гармонии, легко будут сочетаться в подвижные, разнообразные *гармонические же сочетания* остальные культурные человеческие взаимоотношения» [9].

Отличительными чертами «нового человека», по мнению Луначарского, должны были стать «настойчивость, трудолюбие, дух солидарности». Новый человек представлялся наркому универсальной личностью: «он должен иметь свою специальность, он должен знать своё дело, но вместе с тем интересоваться и уметь войти *в любой круг познаний*» [10]. Следуя идеалу калока-

гати, Луначарский продолжал: «Не может быть противопоставления телесного и духовного, точно так же, как не может быть разрыва между индивидуальностью и социальностью». На фоне *такого* идеала ярче выделялись недостатки «старого человека»: «страшная дробность, страшная узость. Почти никто не думает о том, что же такое мир, что же такое жизнь, что же такое наше время, куда мы идём» [11].

Рисуя идеал «нового человека», Луначарский отмечал, что ему должна быть присуща твёрдая воля: «нужно, чтобы человек держал себя в рамках, умел заставить себя подчиниться неприятному ради цели, которую он считает для себя благотворной». Кроме того, «новый человек» – это человек чести. Нарком учил: «чувство чести надо развивать с малых лет <...> если мальчик или девочка скверно солгали, помешали коллективной работе, учинили насилие сильного над слабым, проявили антисемитизм, они должны почувствовать стыд перед всеми товарищами за свои поступки, недостойные членов этого коллектива» [12].

Проектирование Луначарским идеала «нового человека» происходило под влиянием, как минимум, трёх факторов: марксистской доктрины, традиционной нравственности и процесса индустриальной модернизации России. Именно идеал Маркса свободной личности вдохновлял наркома просвещения в его желании «освободить индивидуальность, дать простор человеческому творчеству, привести к величайшему разнообразию жизни» [13]. Но данная антропоцентристская идея дополнялась им традиционным народным представлением о первенстве интересов социальной общности, коллектива. Этот социоцентристский сегмент идеала усиливался благодаря тому, что российское общество вступило в 1920-е годы в период *форсированной* модернизации, требовавшей подчинить интересы индивида потребностям социальной трансформации, соображениям победы в «гонке за лидером» – индустриальным Западом [14]. Таким образом, идеал «нового человека», проектировавшийся А. В. Луначарским, приобретал гибридный, выражаясь словами А. С. Ахиезера, характер. Он сочетал в себе антропоцентризм, дополненный социоцентризмом и подкреплённый утилитарными соображениями.

Литература

1. Безрогов, В. Г. Угол отражения: кризис образовательной политики и идеал воспитания «новых людей» в истории педагогики / В. Г. Безрогов, О. Е. Кошелева, Л. В. Мошкова // Теоретические исследования 2006 г.: материалы научной конференции / под ред. В. А. Мясникова. – М.: ИТИП, 2007. – С. 73.
2. Луначарский, А. В. О воспитании и образовании / А. В. Луначарский – М.: Педагогика, 1976. – С. 281.
3. Новиков, С. Г. Воспитание рабочей молодёжи в условиях форсированной модернизации России (1917-1930-е годы): монография / С. Г. Новиков. – Волгоград: Перемена, 2005. – С.338 – 340.
4. Луначарский, А. В. О воспитании и образовании / А. В. Луначарский – М.: Педагогика, 1976. – С. 292.
5. Новиков, С. Г. Воспитание рабочей молодёжи в условиях форсированной модернизации России (1917-1930-е годы): монография / С. Г. Новиков. – Волгоград: Перемена, 2005. – С.340 – 345.

6. Луначарский, А. В. Собрание сочинений / А. В. Луначарский. – Т.7. – М., 1967. – С.441.
7. Луначарский, А. В. Чему служит театр / А. В. Луначарский. – М., 1925. – С. 46–47.
8. Луначарский, А. В. Основные принципы единой трудовой школы. От Государственной комиссии по просвещению 16 октября 1918 г. / А. В. Луначарский // Народное образование. – 1999. – № 10. – С. 40–47.
9. Луначарский, А. В. Мораль и свобода // Красная новь. – 1923 – № 7. – 1923. – С. 130–136.
10. Луначарский, А. В. Основные принципы единой трудовой школы. От Государственной комиссии по просвещению 16 октября 1918 г. / А. В. Луначарский // Народное образование. – 1999. – № 10. – С. 54–57.
11. Луначарский, А. В. / А. В. Луначарский – М.: Педагогика, 1976. – С. 285, 276.
12. Луначарский А. В. / А. В. Луначарский – М.: Педагогика, 1976. – С. 291, 292.
13. Луначарский, А. В. Собрание сочинений / А. В. Луначарский. – Т. 7. – М., 1967. – С. 482.
14. Воспитание рабочей молодёжи в условиях форсированной модернизации России (1917-1930-е годы): монография / С. Г. Новиков. – Волгоград: Перемена, 2005. – С. 405 – 408.

УДК 37.01: 004

КУЛЬТУРОТВОРЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ В ТВОРЧЕСКОМ САМОРАЗВИТИИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ

Г. В. Макотрова

ФАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Российская Федерация

В статье определена функциональная роль культуротворческих ситуаций в творческом саморазвитии старшеклассников, представлены закономерности использования сети Интернет для их реализации.

Ключевые слова и фразы: творчество, саморазвитие, воспитание, культуротворческие ситуации.

В процессе перехода системы школьного образования в России от репродуктивной модели к культууроориентированной, сопровождающегося актуализацией личностного потенциала субъектов образовательного пространства, перед образованием стоит задача развития личностных качеств, которые отражают смысловую ценность поиска, ценность создания и использования ситуаций неопределенности. В ситуациях неопределенности будет востребована способность к построению все более сложных иерархических структур собственной деятельности в сложных многофакторных средах, комбинаторная способность, способность к рассуждениям в терминах причинных сетей, способность прогнозирования нелинейной динамики, способ-

ность к построению оптимальных стратегий управления в режиме реального времени и др.

Чтобы соответствовать требованиям времени старшеклассник в процессе обучения должен приобрести не только базовые знания, умения и навыки, но и сформировать в себе потребность в творческом саморазвитии, включающем ряд «самопроцессов (самоопределение, самопознание, самоорганизацию, саморегуляцию, самообразование, самореализацию). Потребность в творческом саморазвитии личности обучающегося невозможно сформировать без учителя открытого к решению новых задач в условиях инновационных преобразований российской школы, готового искать новые подходы к образованию школьников, создавать современные методики и технологии в обучении и воспитании.

Создание условий для творческого саморазвития старшеклассников требует от учителей осуществления педагогической поддержки в процессе обучения школьников в соответствии с их возможностями; предоставления условий для активного включения школьников в постановку целей учебных и внеучебных занятий, в определение их содержания и организационных особенностей; введения в образовательный процесс технологии управления на рефлексивной основе; определения основных направлений развития познавательных интересов старшеклассников на основе результатов диагностики их профессиональной направленности; развития познавательных интересов старшеклассников на основе раскрытия перед ними социальной, практической значимости изучаемого материала; расширения веера возможностей участия школьников в различных интеллектуальных конкурсах, олимпиадах; проведения специальной работы с родителями по оказанию поддержки школе в развитии мотивации учения.

Нами показано, что исследовательский потенциал старшеклассников, под которым мы понимаем интегративное качество, характеризующееся единством интеллектуальных качеств, знаний целостной картины мира, умений, навыков научного познания, ценностно-смыслового отношения к его результатам, является фактором их творческого саморазвития. Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют интенсифицировать процессы творческого саморазвития, так как могут быть внедрены в любой компонент педагогической методики и технологии, направленных на развитие исследовательского потенциала. Так, например, в процессе познавательной деятельности сеть Интернет может быть использована как быстрый источник получения необходимой информации; как способ общения; как форма проведения научно-практических конференций, как инструмент участия в сетевых исследовательских проектах и дистанционных эвристических олимпиадах.

В то же время в российской школе еще на низком уровне используют сеть Интернет для постановки познавательных проблем и обеспечения их решения, в ней практически не используются компьютерные диагностические системы, позволяющие наряду с оценкой обученности с помощью ЕГЭ и традиционного оценивания учащихся осуществлять контроль и самокон-

троль над развитием личностных параметров, которые характеризуют процессы творческого саморазвития. Так, опрос 847 старшеклассников из 42 общеобразовательных школ показал, что в сети Интернет видят возможности для осознания ценности исследования только 27% школьников, для осмысления элементов собственных познавательных действий - 21%, для эффективного взаимодействия с другими - 20%, для выполнения поисковых домашних заданий - 37 %, для участия в разнообразных Интернет - проектах (телеконференциях, конкурсах, олимпиадах и др.) - 36 %, для диагностики личностных качеств, профессиональных склонностей - 34%, для получения помощи в ходе познавательной деятельности при сетевой коммуникации – 31 %, для знакомства с методами познания и технологиями проведения исследования –30%, для формулирования поисковых заданий – 30 %.

Используя научно-популярные тексты сети Интернет, нами были созданы в условиях моделирующего эксперимента культуротворческие ситуации, направленные на развитие исследовательского потенциала старшеклассников. Культуротворческие ситуации мы рассматриваем как проблемные ситуации, которые позволяют обучаемому принять ценности научного познания, выявить и реализовать собственные потребности и возможности при освоении исследовательских практик с позиций идеи культуротворчества. Они призваны актуализировать системные (ценностно-смысловые механизмы, механизмы самореализации, рефлексивные механизмы) и конкретные психологические механизмы творческого саморазвития старшеклассников (принятие ценностей культуросозидания исследовательской деятельности как руководства к действию; осознание необходимости ориентироваться на культуросозидание в познавательной деятельности; ориентированность на культурно-исследовательский модус поведения; овладение методами и средствами саморазвития исследовательской культуры; проектирование и привнесение культурных моделей исследования в учебно-познавательную деятельность).

Актуализация названных механизмов происходит при обнаружении обучаемыми проблемы, выявлении ценностей и смыслов получения нового, изучении теоретических и методологических основ исследования, выборе способов и средств решения проблемы в условиях выполнения ряда исследовательских действий, оценке своих возможностей, определении способов и средств формирования собственной исследовательской культуры, выборе меры педагогической помощи.

В условиях моделирующего эксперимента появилась возможность реально осуществить системный синтез культуротворческих ситуаций и определить их специфику, а затем выявить их инвариантные и вариативные компоненты, отражающие культуротворческую деятельность обучаемых. Предложенные старшеклассникам научно-популярные тексты сети Интернет отражали различные научные области и соответствовали ступени обучения в школе. Представленная в тексте информация содержала: научные факты, противоречащие устоявшимся научным взглядам; научные факты, требующие научного объяснения; описание методов, которые не позволяют решить

новую проблему; описание экспериментов, требующих дальнейших исследований.

Предполагая погружение испытуемого в культуротворческую ситуацию, подготовленные научно-популярные тексты на основе материалов сети Интернет вводили участника эксперимента в состояние неопределенности, в состояние, которое требовало выполнение ряда исследовательских действий: формулирование различными способами проблемы и задач, ведущих к их решению; выяснение области незнания для решения проблемы, рассмотрение проблемы с позиции другой науки и др..

Предлагаемые задания в рамках решения проблемы соответствовали дидактике обучаемого, которая представлена нами как решение познавательной задачи, в процессе которой он отыскивает и находит действие, соответствующее его основной жизненной установке, в результате чего отдельные, эффективные способы решения возникающих задач постепенно закрепляются в форме психологических механизмов, стратегий и тактик, а затем в виде обобщенных черт личности.

Погружение участников эксперимента в культуротворческую ситуацию в условиях работы с текстом, отражающим ограниченность исходных данных, позволило обеспечить получение данных, с помощью которых было проведено экспериментальное обоснование системных связей между теоретически выделенными составляющими культуротворческой ситуации. Для выявления системных связей между характеристиками составляющих культуротворческой ситуации нами был осуществлен корреляционный анализ с помощью расчетов коэффициентов корреляции по К. Пирсону на уровне точности 0,05. Проведение корреляционного анализа и расчет статистических весов основных действий в культуротворческой ситуации старшеклассников с разным опытом культуротворчества показали наличие тесных связей между характеристиками выделенных компонентов культуротворческой ситуации, описанных нами с помощью действий испытуемых. Системный синтез культуротворческих ситуаций позволил определить инвариантные структурные компоненты культуротворческих ситуаций, а значит и понять способы их конструирования, экспериментально обосновать основные составляющие понятия «культуротворческая ситуация».

С помощью проведенного моделирующего эксперимента нами было показано, что в культуротворческую ситуацию, рассматриваемую как разновидность проблемной ситуации, в качестве инварианта входят, выделенные А.М.Матюшкиным структуры проблемной ситуации. К ним относятся: необходимость выполнения действия обучаемым, при которой возникает потребность в новом неизвестном отношении, способе или условии действия; неизвестное, которое должно быть раскрыто в возникшей ситуации; возможности учащегося в выполнении поставленного задания в анализе условий с помощью освоенных способов действий и открытии неизвестного.

В структуре культуротворческой ситуации, как составляющей более сложной системы, «проблемной ситуации», нами в соответствии с ее функцией создания условий для творческого саморазвития личности старше-

классников с позиции идеи культуротворчества были теоретически и экспериментально обоснованы дополнительные компоненты: обеспечение необходимой свободы выбора и ценностно-смыслового отношения обучаемого к научной деятельности, к накопленным знаниям и опыту; реализация рефлексивной позиции, отражающей соотношение актуальных и потенциальных возможностей в сфере науки, своего актуального уровня с требованиями, предъявляемые к исследователю; выбор способов самореализации; ориентированность обучаемого на культуру-творческий модус поведения; активная позиция личности по освоению интеллектуальных практик, по обновлению способов учебно-познавательной, исследовательской по природе деятельности; стремление к движению от культуросвоения к культуротворчеству, выраженное в проектировании моделей деятельности и поведения, основанных на культуротворческой функции; направленность обучаемых на освоение стратегий и тактик общения в процессе решения исследовательских задач; готовность позитивно взаимодействовать в условиях освоения культурных исследовательских практик, активность в использовании ресурсов научно-исследовательской среды. Каждый из выделенных компонентов в условиях освоения обучаемыми культурных практик исследовательской и проектной деятельности может иметь различные проявления, характеризующиеся способами построения и реализации личностных смыслов культуротворческой деятельности обучаемых; мерой их самостоятельности в решении проблемы, активностью использования ресурсов образовательной среды, мерой проявления творчества в продукте познавательной деятельности, в способе познавательной деятельности.

Большая эффективность развития исследовательского потенциала личности, а значит и запуска процессов творческого саморазвития, при использовании культуротворческих ситуаций может быть достигнута за счет следованию выделенным нами закономерностям использования сети Интернет в развитии показателей учебно-исследовательской культуры личности старшеклассников и ориентации их на исследование в будущей профессии, отражающих ценности, потребности и возможности обучаемых в практическом овладении культурой исследования в условиях образовательного процесса, который в свою очередь соответствует трехмерной модели пространства научного (исследовательского) труда (научная деятельность, научное общение и личность ученого).

К закономерностям использования использования сети Интернет в развитии исследовательских качеств личности мы относим:

1. Построение проблемных ситуаций по аналогии с научной, профессиональной деятельностью и жизненными реалиями на основе погружения старшеклассников в проблемно-ситуативное информационное пространство сети Интернет ведет их к формулированию исследовательских проблем и задач, осознанию целей и ценностей исследования, выбору технологических элементов, построению и реализации стратегий поиска.

2. Выбор старшеклассником на основе своего субъектного исследовательского опыта и личностной рефлексии в результате взаимодействия с об-

разовательной средой сети Интернет ресурсов и технологий для появления новых идей и построения индивидуальных программ исследования позволяет наиболее ярко проявиться составляющим исследовательского потенциала личности старшеклассника.

3. Сотрудничество и кооперация при создании социально-востребованных исследовательских продуктов в сети Интернет интенсифицирует развитие исследовательского потенциала старшеклассников на основе реализации их готовности эффективно взаимодействовать в разных коммуникативных ситуациях; готовности позитивно воздействовать на других в малой социальной группе.

4. Обучение старшеклассников научным методам и приемам исследования с помощью программных комплексов, текстовых, графических и видеоматериалов сети Интернет позволяет заметно ускорять исследование окружающего пространства и осуществлять последовательное усложнение исследовательской деятельности от исполнительства к культуротворчеству.

5. Использование сети Интернет при решении исследовательской проблемы в условиях взаимосвязи урочной и внеурочной деятельности старшеклассников обеспечивает единство исследовательско-творческой среды, глубину исследования и более высокий уровень освоения дидактических единиц учебной дисциплины.

6. Педагогическое сопровождение реализации личностного роста старшеклассника в условиях исследования с помощью сети Интернет позволяет интенсифицировать процессы творческого саморазвития составляющих научного потенциала личности.

7. Использование сети Интернет при изучении способов построения стратегий междисциплинарного поиска и при реализации их выбора в условиях учебного поиска обеспечивает получение творческих продуктов исследования, обогащает индивидуальный исследовательский опыт старшеклассников.

8. Вооружение старшеклассников стратегиями поиска информации в сети Интернет обеспечивает быстрое освоение старшеклассниками понятийного аппарата исследуемой проблемы, оперативное получение ответов на информационный запрос, формулирование новых задач и проблем, превращение информации в объект для наблюдений в результате чего происходит интенсификация развития составляющих научного потенциала личности.

Таким образом, осуществленный системный синтез культуротворческих ситуаций с помощью проведенного моделирующего эксперимента отразил системные психологические механизмы развития исследовательского потенциала личности, обеспечивающие развитие исследовательского потенциала личности, как целостного образования, конкретные психологические механизмы, обеспечивающие отдельные функции исследовательского потенциала, а также психологические механизмы как на уровне отдельной личности так и на уровне социальной группы. Осмысление сущности культуротворческих ситуаций, знание закономерностей использования сети Интернет в развитии исследовательских качеств личности старшеклассников даст воз-

возможность педагогам создавать условия для творческого саморазвития личности старшеклассника.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта «Информационно-коммуникационное сопровождение творческого саморазвития старшеклассников в познавательной деятельности», проект № 11-36-00201а 1.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 536.2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ВАРИАТИВНОГО КОМПОНЕНТА КУРСА ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Л. В. Масленникова, Ю. Г. Родиошкина

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

Обсуждается возможность формирования понятий курса математического моделирования при изучении физики в техническом вузе.

Ключевые слова и фразы: модель, моделирование, физический процесс.

Для эффективной подготовки студентов инженерных специальностей необходимо формирование системы фундаментальных физических знаний в совокупности с умениями применять их в конкретной производственной деятельности, как на фундаментальном, так и на профильно-ориентированном уровне. Чтобы успешно выполнять профессиональную деятельность инженеру необходимо обладать и умением предвидения, например, предвидеть будущее поведение нового устройства. Предвидение неразрывно связано с моделированием. Следовательно, к фундаментальным инженерным умениям, приобретаемым при изучении курса физики в техническом вузе, можно отнести и умения моделировать, т. е. умения строить модель, устанавливать сходства и различия модели с объектом-оригиналом, исследовать модель, переносить знания на реальный объект и др.

Понятие моделирования – это очень широкое понятие, оно не ограничивается только математическим моделированием.

Человечество познает окружающий мир, модели становятся более абстрактными, теряют внешнее сходство с реальными объектами. В моделях отражаются глубинные закономерности, установленные в результате целенаправленных исследований. В роли моделей могут выступать самые разнообразные объекты: изображения, схемы, карты, графики, компьютерные программы, математические формулы и т. д. Если мы заменяем реальный объект математическими формулами (допустим, согласно второму закону Ньютона, опишем движение некоторого тела системой нелинейных уравнений, или, согласно закону теплопроводности опишем процесс распространения тепла дифференциальным уравнением второго порядка), то говорят о математиче-

ском моделировании, если реальный объект заменяем компьютерной программой – о компьютерном моделировании.

Но что бы ни выступало в роли модели, постоянно прослеживается процесс замещения реального объекта с помощью объекта-модели с целью изучения реального объекта или передачи информации о свойствах реального объекта. Это процесс и называется моделированием. Замещаемый объект называется оригиналом, замещающий – моделью.

Физика – это наука, в которой математическое моделирование является весьма важным методом исследования. Исторически так сложилось, что моделирование начиналось именно с построения моделей физических процессов.

При максимальном проникновении в физику математических методов, порой доходящем до фактического сращивания этих наук (есть такая известная дисциплина – уравнения математической физики), реальные возможности решения математических задач традиционными аналитическими методами очень ограничены. Во-первых, реальные физические процессы только в первом, очень грубом приближении можно описать простыми линейными уравнениями реально же, как правило, приходится иметь дело с нелинейными и дифференциальными уравнениями. Во-вторых, при моделировании физических процессов необходимо учитывать совместное движение или влияние друг на друга многих тел, что приводит к необходимости решения систем уравнений высокого порядка ($N=100$). Такие задачи эффективнее не решаются аналитическими методами, а численными методами, т.е. используется аппарат не чистой математики, скажем алгебры, а аппарат вычислительной математики.

Особенно велика роль математики в развитии современной физики, множественных областях техники и технологий, вообще при изучении тех явлений, где даже значительное отвлечение от специфически качественных их особенностей позволяет достаточно точно уловить качественные и пространственные закономерности свойственные им. Широкое внедрение математических методов в изучение явлений природы привели к развитию техники и технологий, в том числе и нанотехнологии.

Все основные приложения математики, используемые в курсе физики, представлены таблицей 1.

В данной таблице приведены разделы математики, основные понятия которых являются математическими моделями физических процессов, которые рассматриваются в курсе физики студентами технических специальностей.

Понятие «математическое моделирование» нельзя сводить только к составлению математической модели или даже к средствам и языку ее построения: оно включает также и исследование модели, и процедуру получения от модели такой информации, ценность которой определяется целью исследования. Эта цель определяет не только выбор тех или иных математических методов и моделей, но и способ получения и использования информации, способ организации деятельности людей.

По современным представлениям, математическое моделирование – незаменимый инструмент нового мышления во все усложняющемся мире, своего рода «интеллектуальное ядро» информационных технологий в условиях лавинообразного роста получаемой информации, позволяющее оформить этот поток в стройные научные системы. Обучение математическому моделированию подразумевает не просто усвоение определенных правил и способов действия, а именно развитие технического стиля мышления, отличного от того, который формировался при «классическом» подходе к изучению естественных и гуманитарных наук.

Таблица 1.

Приложения математических понятий в различных дисциплинах физического цикла

Дисциплины физического цикла	Приложения математических понятий в физике	Раздел курса «Математика»
Механика, Электродинамика, термодинамика, колебания и волны	Скорость, ускорение, угловая скорость, плотность, сила тока, плотность тока.	Дифференциальное исчисление функции одной переменной
Механика; электродинамика; оптика; термодинамика	Центры тяжести кривых и областей, статистические моменты; моменты инерции; механическая работа; перемещение, кинетическая энергия, потенциальная энергия, напряжение, сопротивление, магнитная индукция; работа силы тока и др.	Неопределенный и определенный интеграл
Механика; электродинамика	Работа силового поля; масса материальной кривой; статистические моменты; моменты инерции, потенциал и др.	Криволинейные интегралы
Механика	Масса пластинки; центр тяжести пластинки; статические моменты; моменты инерции	Двойные интегралы
Механика	Масса тела; центр тяжести материального тела; статические моменты; моменты инерции и др.	Тройные интегралы
Механика	Масса материальной поверхности; координаты центра тяжести поверхности; моменты инерции; статические моменты и др.	Поверхностные интегралы
Механика; электродинамика; колебания и волны; атомная физика; термодинамика	Уравнения состояний различных физических процессов: гармонические колебания; уравнение движения маятника; свободные электрические колебания; второй закон Ньютона; законы Кеплера и др.	Дифференциальные уравнения
Термодинамика; электродинамика; оптика; электромагнитные волны и др.	Поток векторного поля; циркуляция векторного поля; закон Фурье; поток вектора напряженности; циркуляция напряженности; уравнения Максвелла и др.	Элементы теории поля

Основные этапы процесса математического моделирования представим в виде схемы (рис. 1).



Рисунок 1. – Основные этапы процесса математического моделирования.

Иерархичность различных моделей одних тех же явлений, изучаемых на разном уровне, может быть аккуратно отслежена на целом ряде конкретных примеров, что, как показывает опыт обучения, позволяет добиваться успеха при овладении наиболее трудным этапом моделирования реальных процессов – построением вербальной модели явления и переводом этой модели на математический язык. Именно этот этап исследования играет ключевую роль, определяя в принципиальном плане успех или неудачу всей работы.

Типичные математические модели выражают фундаментальные законы природы в конкретных ситуациях. Такими моделями являются, в основном, физические модели явлений. Поняв характер и природу изучаемого явления, и заменив исходный реальный объект одной из его возможных математических моделей, мы делаем первый, но наиболее верный шаг в его описании.

В любой сфере деятельности человек должен уметь выстраивать предполагаемую модель событий, предугадать и проследить ход развития модели, предвосхитить результат. Построение физических моделей – основная форма изучения физических процессов и явлений окружающего мира. Сущность модельного подхода заключается в выделении главного и отвлечении от различного рода не идеальностей, неправильностей изучаемого реального объекта.

Овладение этим методом очень важно не только в физике, но и других науках. Метод моделирования служит основой мотивации изучения курса физики в техническом вузе.

Курса физики состоит из базового (инвариантного) и профильного (вариативного) компонента. Базовый (инвариантный) компонент представлен фундаментальными знаниями – основные физические законы, понятия, научные теории, а профильный (вариативный) – профессионально направленными знаниями: умение применять физические знания и моделировать физические процессы при решении профессиональных задач.

Инвариантный компонент в достаточной степени математизирован, утрирован и абстрагирован (рис. 2).

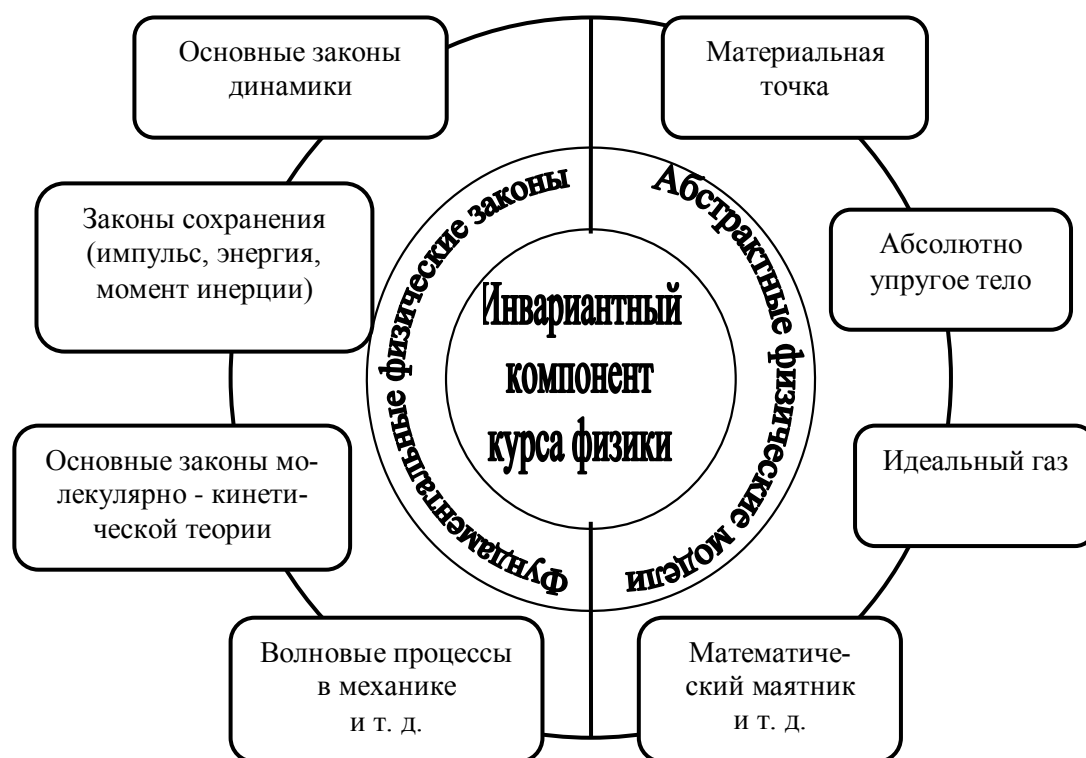


Рисунок 2. – Фрагмент инвариантного компонента курса физики.

Фундаментальные физические теории выражают существенные черты физических объектов или процессов языком уравнений и других математических средств. Т.е. фундаментальные физические законы и явления математически смоделированы для абстрактных объектов и явлений, и их применение при решении физических задач, дает приближенный результат, так как каждый закон имеет свои границы применимости. Таким образом, применение фундаментальных физических законов и явлений в «чистом» виде при расчете инженерных задач чревато большой погрешностью в результатах для инженера, что недопустимо для профессиональной деятельности.

Профильный (вариативный) компонент курса физики предполагает создание научной базы для изучения профильных (общетехнических и специальных) дисциплин, фундаментом которых являются физические законы и явления. Применяя фундаментальные физические законы в технических теориях, необходимо их дальнейшее математическое моделирование, учитывая все физические параметры, физические законы преобразуются в зависимости от существенных свойств исследуемого объекта или процесса (таблица 2).

Таблица 2.

Фрагмент вариативного компонента курса физики

Вариативный компонент курса физики	
Фундаментальные физические законы	Технические теории
Момент инерции твердого тела $I = \sum m_i R_i^2$	Приведенный момент инерции для подвижных звеньев механизма: $I_n = \sum \left[m_i \left(\frac{V_{S_i}}{V_B} \right)^2 + I_{S_i} \left(\frac{W_i}{V_B} \right)^2 \right]$
Закон Гука: $\sigma = E\varepsilon$	Осесимметричное растяжение дисков: $\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2} \left(\frac{du}{dr} + \mu \frac{u}{r} \right) + \frac{E\alpha T}{1-\mu} - \sigma_r^0$ $\sigma_\theta = \frac{E}{1-\mu^2} \left(\frac{u}{r} + \mu \frac{du}{dr} \right) - \frac{E\alpha T}{1-\mu} - \sigma_\theta^0$
Основной закон динамики вращения: $\vec{M} = I\vec{\varepsilon}$	Момент, воспринимаемый станиной: $M = -\sum_{i=1}^n I_{S_i} \varepsilon_i - \sum_{i=1}^n m_i a_{S_i} q_{S_i} o_1$

Таким образом, в содержании профильного (вариативного) компонента курса физики рассматриваем задачи, в основе которых лежит технология, технологический объект или процесс, решение которых осуществляем с помощью математического моделирования.

При решении таких задач предлагаем придерживаться следующей последовательности действий:

1. Рассмотреть технологический процесс, лежащий в основе задачи.
2. Разбить технологический процесс на этапы.
3. Для каждого этапа определить фундаментальные физические законы, лежащие в основе технологического процесса.

4. С учетом конкретных параметров реального объекта (процесса) получить математическую модель объекта (процесса), в основе которой лежит физический закон.

5. Моделировать полученную модель математически, затем с применением компьютера.

Приведем алгоритм решения задач физического практикума по разделу курса физики «Физические основы механики» по теме «Элементы кинематики»:

1. Четко представлять производственный или технологический объект, с которым связана физическая задача с профессиональным содержанием.

2. Сделать рисунок с указанием векторных величин (\vec{a} , \vec{V}_0 , \vec{r}_0 и т. д.), а также векторов, которые соответствуют характерным моментам времени согласно условию задачи.

3. Выбрать систему отсчета.

4. Сформировать начальные условия движения, проанализировать характер движения производственного или технологического объекта.

5. Составить уравнение движения в векторном виде в выбранной системе отсчета.

6. Записать уравнение движения производственных или технологических объектов на выбранные оси координат.

7. Записать конкретные условия, определяющие значения кинематических величин профессиональных объектов в определенные моменты времени, согласно условию задачи.

8. Записать уравнения движения в проекциях на оси согласно конкретно выбранным условиям.

9. Если полученная система не полная, необходимо добавить соотношения, определяющие компоненты скорости и ускорения технологических объектов: $V_x(t)$, $V_y(t)$, $V_z(t)$.

10. Решить полученную систему уравнений.

11. Проанализировать полученный результат.

Таким образом, обучение математическому моделированию студентов инженерных специальностей создает широкие возможности для реализации профессиональной направленности обучения физике, межпредметных и внутрипредметных связей физики, формирования совокупности взглядов, утверждающих в сознании студентов концепции взаимосвязанного, взаимодействующего мира и идею познаваемости этих связей посредством математического моделирования.

Совпадение математических моделей различных объектов или принадлежность этих моделей к одному классу позволяет реализовать идею интеграции более полно. Например, простейшее дифференциальное уравнение $y' = -ky$ и его решение $y = y_0 e^{-kx}$ могут описать и процесс распада радия, и процесс изменения атмосферного давления в зависимости от высоты над уровнем моря, и процесс охлаждения тела при постоянной температуре окружающей среды, и, вообще всякий процесс показательного роста или спада,

характеризующийся тем, что скорость изменения величины пропорциональна самой изменяющейся величине в данный момент, что и отражено дифференциальным уравнением.

При решении физических задач, то есть при обучении студентов математическому моделированию физических процессов с помощью дифференциальных уравнений, мы рекомендуем следующую последовательность действий:

1. Установить, какому закону подчиняется рассматриваемый процесс.
2. Решить, что выбрать за переменную, например время t , и что – за искомую функцию, например, $S = f(t)$.
3. Исходя из условий задачи, определить начальные условия. Например, $S_0 = f(t_0)$
4. Выразить все фигурирующие в задаче величины через независимую переменную, искомую функцию и ее производные, используя при этом физический смысл производной функции в изучаемом процессе.
5. Исходя из условий задачи и на основании физического закона, которому подчиняется данный процесс, составить дифференциальное уравнение.
6. Найти общий интеграл дифференциального уравнения.
7. По начальным условиям найти частное решение.

Как мы знаем из курса математики, основное преимущество дифференциальных уравнений состоит в их универсальности. Дифференциальное уравнение, являющееся математической моделью, может описывать различные физические процессы.

Например, дифференциальное уравнение:

$$A \frac{d^2x}{dt^2} + B \frac{dx}{dt} + Cx = H$$

является математической моделью механических и электромагнитных колебаний. Так, если коэффициент A для механических колебаний интерпретируют как массу, а вторую производную $\frac{d^2x}{dt^2}$ – как ускорение, то приведенное уравнение будет служить математической моделью механических колебаний.

Если же коэффициент A истолковать как индуктивность, а вторую производную $\frac{d^2x}{dt^2}$ – как скорость изменения силы тока, то уравнение будет представлять математическую модель электромагнитных колебаний.

Расширение области приложений математического анализа, как основного аппарата областей механики (механики непрерывных сред, баллистики) и физики (электродинамики, теории магнетизма, термодинамики) используется теория дифференциальных уравнений, в особенности дифференциальных уравнений с частными производными (А. Пуанкаре, А. А. Андронов, Н. Н. Боголюбов, А. М. Ляпунов). Наряду с дифференциальными уравнениями в различных областях физики и техники, а так же в описании технологических процессов, широко используется теория интегральных уравнений

(Д. Гильберт, Т. Карлеман, И. Н. Векуа). Теория функции действительного переменного и функции комплексного переменного (О. Коши, К. Гаусс, Б. Риман, К. Вейерштрасс) нашла применение в задачах аэро- и гидродинамики (Н. Е. Жуковский, С. А. Чаплыгин, М. В. Келдыш) и в теории упругости (Одинг, Г. В. Колосов, Н. И. Мусхелишвили). На основе развития анализа и математической физики в соединении с новыми идеями геометрии и алгебры возникла новая обширная область математики – функциональный анализ, играющий исключительно важную роль, как в самой математике, так и в ее приложениях (Д. Гильберт, Ф. Рис, С. Банах, Д. Ж. Нейман, С. Л. Лебедев). Существенным дополнением к указанным методам изучения природы и решения технических задач являются методы теории вероятности (П. Лаплас, С. Пуассон, П. Л. Чебышев, А. М. Ляпунов, А. Н. Колмогоров). С применением вычислительной техники связано возникновение в математике теории программирования, т. е. теории проведения математических задач к форме, позволяющей их решать наиболее рациональным способом благодаря информационным технологиям.

С появлением мощных компьютеров метод математического моделирования значительно расширяет возможности проектирования, так как позволяет исследовать весьма сложные математические модели. Так выпускнику технического вуза в процессе будущей инженерной деятельности придется иметь дело с проектированием станков. Современные металлорежущие станки и их отдельные узлы являются сложными техническими системами, состоящими из отдельных элементов. Поведение станка в процессе его работы во многих случаях можно описать при помощи математической модели, имеющей вид системы дифференциальных уравнений, как линейных, так и нелинейных.

Целью математического моделирования систем станков является создание наиболее приемлемой расчетной модели, позволяющей спроектировать станок, отвечающий необходимым требованиям. Металлорежущий станок можно представить как замкнутую многоконтурную систему, составляющими которой являются упругая система, процессы резания, процессы трения и процессы в двигателе, которые тесно связаны и взаимодействуют между собой.

Например, для определения размеров и компоновки механизмов и узлов станка составляют математические модели процессов резания, которые для всех видов металлообработки построены на основании экспериментальных данных и их аппроксимации и представляют собой степенные формулы.

Обычно расчеты по определению точности, жесткости, износа деталей станка производят по величинам составляющих суммарной силы резания. Направление и величина силы резания P характеризуется величиной ее осевой P_x , радиальной P_y и тангенциальной P_z составляющих, которые зависят от стружкообразования. Неточность в передачах, дисбаланс деталей и другие причины могут вызвать дополнительные нагрузки. Все они составляют систему сил, действующих на звенья станка и определяющую размеры и компоновку механизмов и узлов. Каждому виду расчета соответствует своя мате-

математическая модель, являющаяся тем необходимым инструментом, с помощью которого можно получить необходимую информацию для принятия технического решения.

Литература

1. Большой энциклопедический словарь. Математика / М.: Изд. Большая российская энциклопедия, 1998. – 848 с.
2. Масленникова, Л. В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике студентов инженерных вузов : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Л. В. Масленникова. – М., 2001. – 42 с.
3. Особенности структурирования естественнонаучных дисциплин в техническом вузе (на примере физики и теоретической механики): монография; под ред. д-ра пед. наук Э. В. Майкова / Л. В. Масленникова [и др.]. – Самара: Изд-во «СамГУПС», 2011. – 216 с.
4. Самарский, Л. А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / Л. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М.: Наука, 1997. – 324 с.

УДК 378.11

ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМАЛИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОЛОГИИ SADT

А. Ю. Горшенин

*ГОУ ВПО «Псковский государственный педагогический университет
имени С. М. Кирова», г. Псков, Российская Федерация*

Предложена разработка IDEF0 – модели образовательной системы высшего профессионального образования.

Ключевые слова и фразы: модель, стандарты, образовательная система.

Для поддержки математического моделирования разработаны системы компьютерной математики, например, Maple, Mathematica, Mathcad, MATLAB, VisSim и др.[1]. Они позволяют создавать формальные и блочные модели как простых, так и сложных процессов и устройств и легко менять параметры моделей в ходе моделирования.

Блочные модели представлены блоками (чаще всего графическими), набор и соединение которых задаются диаграммой модели. Для формализации задачи исследования и выбора методологии моделирования и проектирования образовательной системы нужно получить ответ на ряд основополагающих для теории систем вопросов:

- Какие входы и выходы имеет система?
- Что есть непосредственно система, а что есть среда?
- Какие управления, ресурсы и механизмы заставляют функционировать эту систему.

Рассмотренные подходы и определения педагогической системы и образовательных сред хотя и отвечают на ряд поставленных вопросов, но ставят ряд вопросов, подлежащих уточнению и более четкому определению.

Для решения частной научной задачи данной части исследования, т. е. определения места системы высшего профессионального образования (ВПО) и среды ВПО необходимо определить общие, характерные для любой существующей рамках исследования системы и частные категории, характеризующие только конкретную систему, тогда можно будет сделать вывод о том, что из них присуще системе вообще, а что характеризует среду образовательной системы. В качестве исходного множества категорий системы ВПО можно выделить следующие:

- входы и выходы системы – абитуриенты, специалисты, бакалавры, магистры;
- подсистемы ВПО и их функциональные связи, реализующие требования ГОС;
- Законодательство РФ;
- международные акты и обязательства РФ в области образования;
- директивы и приказы МОН, Рособразования и Рособнадзора;
- устав вуза и решения ученых советов;
- учебники и учебные пособия;
- учебно-лабораторная база и ресурсы ее обслуживания;
- профессорско-преподавательский состав;
- информационно-коммуникационные технологии и наличие должного количества лицензионного программного обеспечения;
- администрация и обслуживающий персонал вузов;
- запросы родителей и требования работодателей.

Каждая из этих составляющих должна найти свое место или в самой системе или как воздействие среды (*выделено курсивом*).

Анализ содержания работ психологов и педагогов свидетельствует об отсутствии единого подхода к проблеме моделей и моделирования в дидактике. При этом можно выделить минимум три подхода к этой проблеме:

- 1) определения, исходящие из частной психолого-педагогической проблемы;
- 2) обобщенные варианты частных определений;
- 3) сторонники кибернетической педагогики и математического моделирования предпринимают попытки количественных измерений характеристик дидактических объектов на основе моделирования.

Теория моделирования систем [2] относит подобные слабоформализуемые сложные системы к комбинированным (А-схемам), моделирование которых основано на формальном описании объекта моделирования – агрегативной системы, которая разбивается на конечное число подсистем, сохраняя при этом связи, обеспечивающие их взаимодействие. В качестве ее практической реализации в стандартах IDEF имеется апробированный для стандарта IDEF0 аппаратно-программный комплекс BPWin (AllFusion Process Modeler) [3].

Ведущие специалисты в области консалтингового подхода в современной мировой и российской науке и практике остановили свои теоретические и практические применения этого стандарта на проектировании экономических систем, хотя, по мнению автора, данная методология и, в частности, метод SADT является универсальной методологией и может служить основой для планирования, разработки и управления в области образовательных систем.

Метод SADT (технология структурного анализа и проектирования) разработан Дугласом Россом (Softest, Inc.) в 1969 г. для моделирования искусственных систем средней сложности. Метод SADT реализован в одном из стандартов этого семейства — IDEF0, который был утвержден в качестве федерального стандарта США в 1993 году и в настоящее время стал стандартом в НАТО и ВТО, его подробные спецификации можно найти на сайте <http://www.idée.com>.

В рамках проведенного исследования была рассмотрена наиболее часто используемая методология функционального моделирования IDEF0.

Графический язык IDEF0 удивительно прост и гармоничен. В пояснительном тексте к контекстной диаграмме должна быть указана цель (Purpose) построения диаграммы в виде краткого описания и зафиксирована точка зрения (Viewpoint).

Определение и формализация цели разработки IDEF0 – модели является крайне важным моментом. Фактически цель определяет соответствующие области в исследуемой системе, на которых необходимо фокусироваться в первую очередь. Точка зрения определяет основное направление развития модели и уровень необходимой детализации. Четкое фиксирование точки зрения позволяет разгрузить модель, отказавшись от детализации и исследования отдельных элементов, не являющихся необходимыми, исходя из выбранной точки зрения на систему.

Представленные на рис. 1 и 2 диаграммы обобщенной педагогической системы по стандарту IDEF0 ставят все словесные описания с головы на ноги и в дальнейшем рассмотрении проблемы помогут формализовать процессы модернизации образовательных систем и сред [4]. Стандарт IDEF0 содержит набор процедур, позволяющих разрабатывать и согласовывать модель большой группой людей, принадлежащих к разным областям деятельности моделируемой системы.

Обычно процесс разработки является итеративным и состоит из следующих условных этапов:

1. Создание модели группой специалистов, относящихся к различным сферам деятельности предприятия. Эта группа в терминах IDEF0 называется авторами (Authors). Построение первоначальной модели является динамическим процессом, в течение которого авторы опрашивают компетентных лиц о структуре различных процессов. На основе имеющихся положений, документов и результатов опросов создается черновик (Model Draft) модели.

2. Распространение черновика для рассмотрения, согласований и комментариев. На этой стадии происходит обсуждение черновика модели с ши-

роким спектром компетентных лиц (в терминах IDEF0- читателей) на предприятии. При этом каждая из диаграмм черновой модели письменно критикуется и комментируется, а затем передается автору. Автор, в свою очередь, также письменно соглашается с критикой или отвергает её с изложением логики принятия решения и вновь возвращает откорректированный черновик для дальнейшего рассмотрения. Этот цикл продолжается до тех пор, пока авторы и читатели не придут к единому мнению.

3. Официальное утверждение модели. Утверждение согласованной модели происходит руководителем рабочей группы в том случае, если у авторов модели и читателей отсутствуют разногласия по поводу ее адекватности.

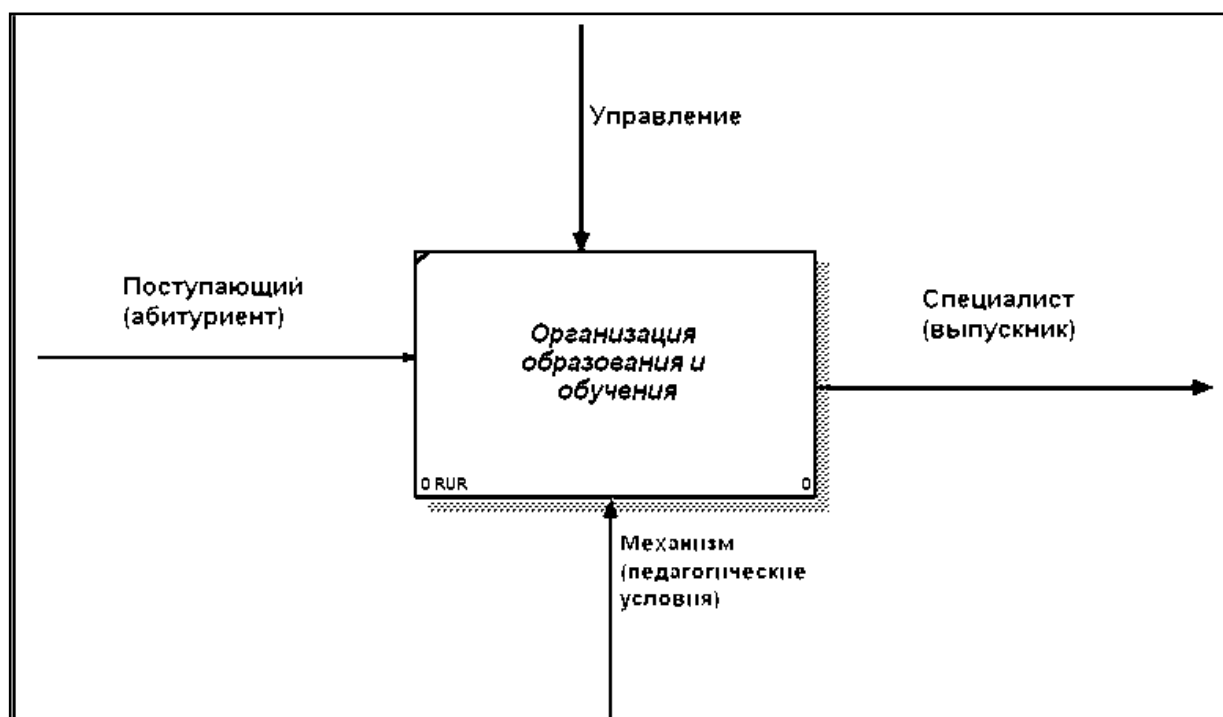


Рисунок 1. – Контекстная модель обобщенной педагогической системы ВПО.

Проведенные исследования показали, что, например, образовательную систему можно представить как предприятие по выпуску кадров, как к этому вопросу подходят при консалтинге бизнес-процессов и данная методология весьма хорошо формализует процессы модернизации даже в гуманитарной сфере, что было подтверждено результатами VIII Московского международного салона инноваций и инвестиций (3-6 марта 2008 г. - ВВИ), а разработка «Консалтинговая система модернизации образовательных сред на основе методологии SADT» [4] удостоена диплома 1-й степени (с вручением золотой медали) в номинации «Лучший инновационный проект 2007 года в области обучения» на XII международной выставке-конгрессе «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (Hi-Tech' 2007), прошедшей в октябре 2007 года в Санкт-Петербурге.

Наглядность графического языка IDEF0 делает модель вполне читаемой и для лиц, которые не принимали участия в проекте ее создания, а также эффективной для проведения показов и презентаций.

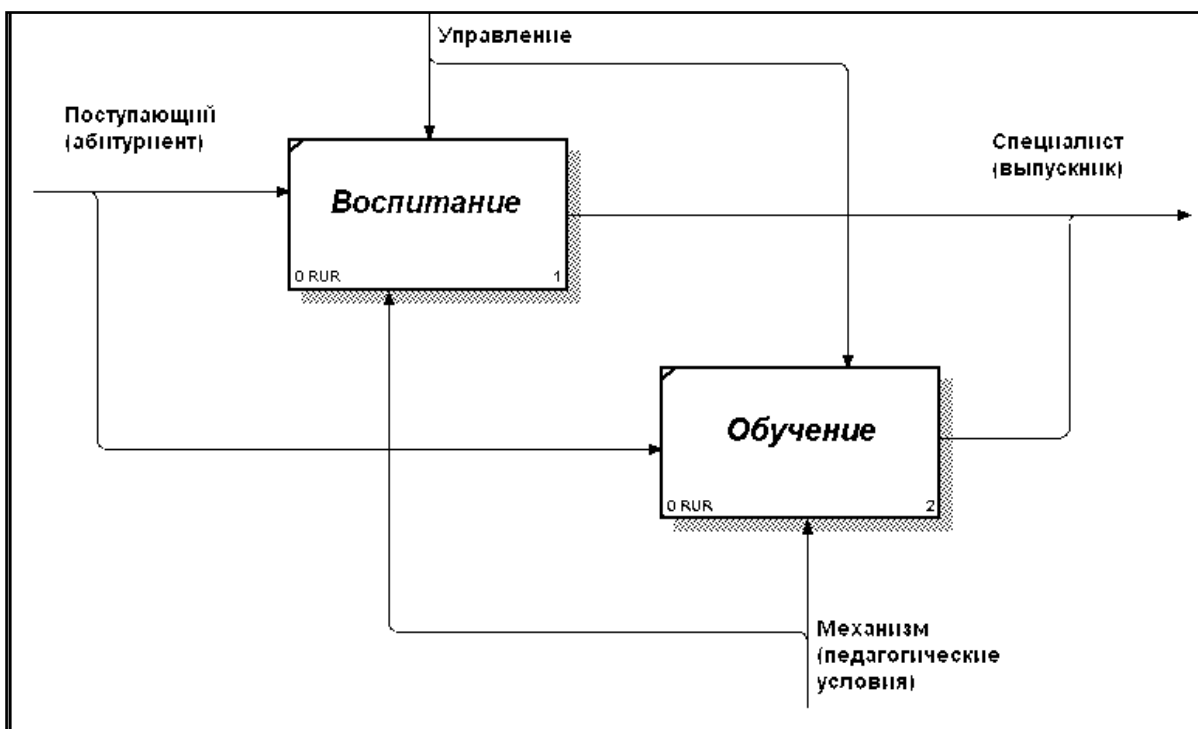


Рисунок 2. – Диаграмма декомпозиции обобщенной педагогической системы.

Литература

1. Дьяконов, В. П. Matlab R2006/2007/2008. Simulink 5/6/7. Основы применения. Серия: Библиотека профессионала / В. П. Дьяконов. – М.: Солон-Пресс, 2008. – 800 с.
2. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - М.:Высш.шк.,2001. – 343 с.
3. IEEE Recommended Practice for the Adoption of CASE Tools., или Barker R. CASE*Method. Function and Process Modelling. Copyright Oracle Corporation UK Limited, Addison-Wesley Publishing Co., 1990.
4. Горшенин, А. Ю. Варианты презентации новизны и правовой защиты инноваций в образовании // Научный журнал «Право и образование». - М., 2009. - № 4. - С. 64-72.

УДК 538

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКАНИРУЮЩЕГО ЗОНДОВОГО МИКРОСКОПА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Н. Н. Хвастунов, В. В. Карпунин

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

Рассмотрены некоторые аспекты обучения студентов основам сканирующей зондовой микроскопии. Взаимоотношения студентов и преподавателя в лаборатории, взаимосвязь обучения сканирующей зондовой микроскопии и воспитательной работы.

Ключевые слова и фразы: нанотехнологии, сканирующая зондовая микроскопия, учебный эксперимент.

В настоящее время проводятся различные олимпиады и конкурсы среди школьников по нанонауке. В частности, школьники привлекаются к созданию терминологии. Нанотехнологии – развивающаяся наука, и в ней отсутствует устоявшийся понятийный аппарат. Для подростков достаточно интересным является процесс создания неологизмов (подростковая среда – «неологизмистичекая почва»). К тому же, школьник имеет шанс попасть в научные словари. Это один из способов привлечения внимания школьников к нанонауке.

Отметим, что некоторые программы подразумевают введение нанотехнологических предметов, начиная с четвертого класса. В сети Интернет можно обнаружить огромное количество сайтов, посвященных нанотехнологиям [1-7], в которых представлены различные программы по нанотехнологиям в школе.

В частности представлена программа занятий кружка по нанотехнологиям Богданова К. Ю. Данные занятия предназначены для учащихся 11 класса общеобразовательных средних школ естественно-научного, физико-математического и подобных профилей.

Все указанное выше приводит к необходимости подготовки компетентных в данной области учителей образовательных учреждений. Необходимо давать студентам педагогических ВУЗов базовую теорию по нанотехнологиям. Одним из важнейших в нанонауке является экспериментальное исследование наноматериалов. Отметим, оптические микроскопы, с которыми знакомятся школьники на уроках физики, не могут являться приборами для исследования нанообъектов.

Будущие учителя должны быть способны объяснить экспериментальное оборудование, используемое при изучении наноматериалов. В частности, студенты-учителя должны знать принципы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Следовательно, необходимо дать им представление о СЗМ. Одним из важнейших элементов современного образования является наглядность или учебный эксперимент. В данном случае, для реализации данного принципа мы используем сканирующий зондовый микроскоп «NanoEducator» компании «НТ-МДТ» [8].

Отметим, что данное оборудование позиционируется не только как оборудование для ВУЗов, но и как оборудование для школьных кабинетов физики. Если верить представителям компании, то существует предварительная договоренность с госкорпорацией «Роснано» и правительством Российской Федерации о поставке данных микроскопов в школы.

Некоторые школы уже самостоятельно приобрели указанное оборудование.

В связи с этими фактами использование сканирующего зондового микроскопа «NanoEducator» в процессе обучения студентов специальности «Фи-

зика» Мордовского государственного педагогического института имени М. Е. Евсевьева предполагает достижение несколько целей:

- является практической составляющей процесса обучения студентов для улучшения качества понимания основ сканирующей зондовой микроскопии;
- реализует подготовку студентов к возможной встрече в школе с данным оборудованием, на котором они должны будут научиться работать школьников;
- с учетом принципиальной схожести работы сканирующих зондовых микроскопов с точки зрения пользователя, умение работать на данном конкретном микроскопе позволяет в дальнейшем быстро освоить более дорогой профессиональный микроскоп, то есть эффективно работать в сфере нанотехнологий (не секрет, что часто встречается боязнь дорогостоящего оборудования – опасность что-либо сломать и, в результате, возмещать причиненный ущерб затрудняет освоение оборудования).

Сканирующий зондовый микроскоп «NanoEducator» позволяет студентам опробовать на практике два основных метода СЗМ: атомно-силовую микроскопию и сканирующую туннельную микроскопию.

«Тактильным» инструментом каждого микроскопа является зонд (по своей сути зонд является очень острой иглой – в идеале на конце иглы находится один атом). К сожалению, профессиональные зонды являются достаточно дорогими.

подавляющая часть российских ВУЗов, а тем более школ, не может приравнять их к расходным материалам. В имеющемся у нас микроскопе в качестве материала для зонда используется вольфрамовая проволока. Несмотря на простоту материала, изготовленные из этой проволоки зонды позволяют получить достаточно хорошие результаты.

В комплекте оборудования микроскопа есть устройство, позволяющие делать иглы самостоятельно. В качестве заточки иглы выступает электрохимический отжиг. Заготовка продевается сквозь пленку щелочи, посаженную на проводящее кольцо. Затем по кольцу пропускается ток. В результате часть заготовки отпадает, а другая часть затачивается. Это позволяет студентам на практике освоить один из способов заточки зондов.

После этого зонд вставляется в микроскоп, где находится образец.

Один из самых простых, но важных этапов – выбор режима работы. На вкладке интерфейса программного обеспечения необходимо выбрать либо атомно-силовую микроскопию, либо сканирующую туннельную микроскопию. Это первая проверка того, насколько студент разбирается в теории. Важно знать, что сканирующая туннельная микроскопия используется только для проводящих образцов, в то время как атомно-силовая микроскопия может быть использована и для непроводящих образцов.

Преподавательский компьютер может быть использован как для наблюдения за действиями студента, так и для контроля этих действий.

Следующим этапом является подвод зонда к образцу. Сканирующие зондовые микроскопы работают при расстоянии между образцом и зондом

порядка нескольких нанометров. Из этого ясно следует, что процесс подводки зонда должен быть автоматизирован, ибо человек не способен на такую точность. Подводка в сканирующих зондовых микроскопах действительно производится автоматически (с шагом в 2 нанометра). Но изначальное расстояние между зондом и образцом несколько сантиметров. Из этого следует, что необходима первоначальная ручная подводка.

Данный процесс контролируется с помощью видеокамеры, встроенной в «голову» микроскопа. Указанное действие позволяет студентам научиться не бояться использования ручной подводки (существует опасность повреждения образца и иглы). Если полностью положиться на автоматику, то процесс подведения зонда может занять несколько часов.

Возникает вопрос о том, как автоматика понимает, что необходимо остановить и прекращать подвод иглы к исследуемому образцу. Это происходит за счет системы обратной связи. После каждого шага система проверяет качество сигнала. Она получает зависимость ответного сигнала от поданного. Если качество сигнала удовлетворяет, то подводка прекращается. Студент может самостоятельно проверить качество сигнала. Это действие позволяет студенту ощутить, что, несмотря на автоматизацию процесса, он принимает решение о готовности иглы к работе.

Следующим этапом является выбор размера области сканирования и шага между последовательными измерениями, которые делает зонд для построения рельефа поверхности (две ближайшие точки на результирующей графике – это разрешение микроскопа). При выборе достаточно большой области сканирования и высокого разрешения получается хорошее изображение в широком диапазоне.

Следует отметить, что можно изменять скорость прохождения зонда по указанной площади. Чем меньше скорость, тем дольше игла задерживается в каждой точке, и тем лучше получается изображение.

Долгое нахождение зонда в одной точке позволяет избежать того, что в качестве результата мы получим всего лишь следствие случайной флуктуации величины. Данный процесс позволяет студенту четко сформулировать поставленную задачу.

Учащийся привлекает к работе методы анализа – реальное практическое использование анализа в ВУЗах до сих пор остается на низком уровне. В связи с этим отметим, что использование подобного оборудования достаточно разнообразно развивает студентов.

Для работы студентов нами используется известный всем образец – часть записанного оптического диска (поставляется вместе с микроскопом – входит в комплект лабораторных работ, разработанных компанией-производителем оборудования). Всем известно, что информация хранится в виде «нулей» и «единиц». В их качестве выступают невыжженные или прожженные участки диска. Эта лабораторная работа позволяет на практике убедиться в данном факте.

Силовая литография основана на непосредственном механическом воздействии остроконечного зонда на поверхность образца. При этом давление

кончика зонда на поверхность должно быть достаточно велико, чтобы вызвать пластическую деформацию поверхности.

Чеканка изображения на поверхности образца осуществляется путем сканирования определенного участка и воздействия на образец в заданных точках с силой, зависящей от яркости соответствующих пикселей изображения-шаблона [8].

Описанные возможности студенты используют при работе со сканирующим зондовым микроскопом, установленном в научно-образовательной лаборатории «Основы нанотехнологий и сканирующей зондовой микроскопии». Лаборатория создана на базе кафедры физики и методики обучения физике физико-математического факультета Мордовского государственного педагогического института.

Литература

1. Сайт нанотехнологического сообщества «Нанометр» [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.nanometer.ru>
2. Сайт о нанотехнологиях #1 в России [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.nanonewsnet.ru>
3. Журнал «Российские нанотехнологии» [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.nanorf.ru>
4. Российский электронный наножурнал [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.nanojournal.ru>
5. Официальный сайт потребителей нанотоваров [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.nanoware.ru>
6. Научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://nauka.name/category/nano>
7. «Что могут нанотехнологии?», научно- популярный сайт о нанотехнологиях [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://kbogdanov1.narod.ru>
8. Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator. Руководство пользователя «НТ-МДТ» 2006.

УДК 004.96378

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ

И. И. Байнева, В. В. Байнев

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

Рассматриваются задачи и проблемы использования современных компьютерных технологий при подготовке студентов по новому государственному стандарту, в частности, эффективность применения электронных учебников. *Ключевые слова и фразы:* стандарт, образование, компетентность, электронный учебник, информатизация, компьютерные технологии.

В Федеральных государственных стандартах высшего профессионального образования (ВПО) третьего поколения по направлению подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» квалификации бакалавр и магистр, по которым предстоит учиться студентам, начиная с 2011 года, предполагается использование компетентностной модели выпускника.

Она включает такие группы учебных компетенций, как общекультурные и профессиональные, которые состоят из компетенций в таких видах деятельности как организационно-управленческая, научно-исследовательская, научно-педагогическая и др.

Основными задачами для формирования вышеперечисленных компетенций при подготовке разносторонне развитого специалиста являются:

- формирование умений решать конкретные задачи в профессиональной деятельности;
- повышение результативности учебного процесса;
- индивидуализация обучения;
- организация самостоятельной работы, основанной на систематичности обучения и положительной мотивации;
- совершенствование контроля и самоконтроля;
- овладение методами работы с современными информационно-компьютерными технологиями и средствами обучения.

В стандартах третьего поколения ВПО прямо указана приоритетная роль овладения современными компьютерными технологиями. Практически неограниченные возможности современных ЭВМ позволяют использовать их на любом этапе обучения в зависимости от целей, поставленных преподавателем.

В частности, среди компетенций, которыми должен обладать бакалавр и магистр по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника», есть следующие:

- освоение методов построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств;
- применение проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности;
- использование современных информационных и компьютерных технологий, систем автоматизированного проектирования, компьютерных средств, средств коммуникаций для повышения эффективной научной и образовательной сфер деятельности.

Поскольку в настоящее время использование компьютерной техники в учебном процессе является обязательным условием осуществления образовательных программ для реализации общекультурных и профессиональных компетенций будущего бакалавра или магистра, необходима современная организация учебного процесса, применение новейших учебно-методических материалов, среди которых должны быть:

- системы сопровождения лекционных занятий (текстовые, графиче-

ские и мультимедийные системы представления изучаемого материала);

- электронные учебные пособия и учебно-методические комплексы;
- мультимедийные курсы, видео лекции, демонстрационные эксперименты;
- системы тестирования и оценки знаний;
- электронные энциклопедии, справочники;
- виртуальные лаборатории и ресурсы удаленного доступа.

Исходя из этого на светотехническом факультете Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева разрабатываются дидактические комплексы нового поколения, содержащие рабочую программу дисциплины, электронный учебник, электронные конспекты лекций, электронные практикумы, модуль контроля (система заданий для самостоятельной работы и тестов для проверки знаний).

При подготовке по магистерской программе большой акцент делается на самостоятельную работу студента с элементами дистанционного обучения, которое является одним из инновационных методов подготовки.

В контексте этого метода по каждой изучаемой дисциплине должен быть разработан комплект методических пособий, автоматизирована процедура контроля знаний. Применение при обучении возможностей электронного учебника позволяет студенту изучить содержание лекции не только визуально, но и дает возможность реального осмысления, повторения материала, самостоятельного обучения по данному конкретному предмету. Помимо этого, методики обучения с использованием персонального компьютера позволяют изучать учебный текст в необходимом студенту темпе, т.е. обеспечивают индивидуальное восприятие материала. При этом используется возможность «пошаговой» проработки материала, что особенно важно при различной степени средней базовой подготовленности студентов.

Студент, работая на персональном компьютере, может сам наблюдать за процессом усвоения знаний, видеть свои ошибки и оценку своей работы. Поэтому, именно электронные учебники, позволяющие включать в себя массу различных графических средств, значительно увеличивают наглядность процесса обучения и являются передовыми средствами обучения.

Разработка электронного учебника может осуществляться в любой удобной для разработчика программе, в частности, в среде Authoring Tool – приложении, которое поставляется с системой LMS.

Среди других подобных средств разработки курсов приложение имеет такие преимущества, как удобный и понятный графический интерфейс; поддерживается смешанная структура курса; мощные средства по настройке траектории прохождения курса; для создания структуры и наполнения курса используется механизм Drag'n'Drop; поддерживается версионность курсов; содержание разрабатывается на основе заранее определенных шаблонов; поддержка графики, аудио и видео; создание тестов с применением самых распространенных типов вопросов; возможность настройки траектории прохождения занятия.

Именно в Authoring Tool разработан электронный учебник по дисциплине «Световые приборы», структура которого представлена на рис. 1.

Работая с этим учебником, студент самостоятельно или под руководством преподавателя осваивает лекционный курс, выполняет практические работы, знакомится с описаниями лабораторных работ, которые затем должны быть выполнены в специализированной лаборатории, проходит тестовые задания, самостоятельно выполняет и сдает контрольную работу и курсовой проект.

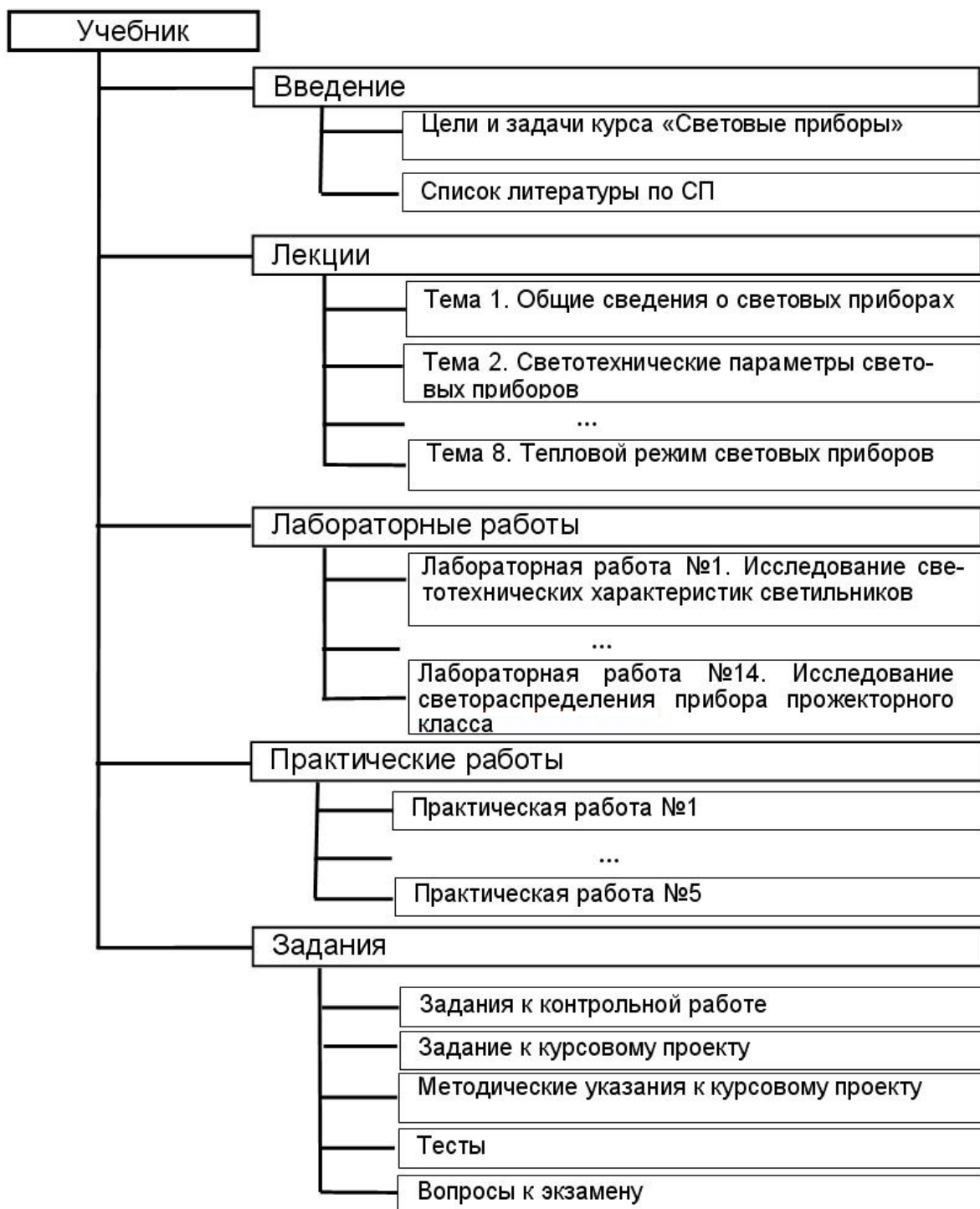


Рисунок 1. – Общая структура электронного учебника.

Все это повышает результативность содержания и характера изложения материала для профессионального образования будущих инженеров.

УДК 378:51 (045)

ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ

Т. М. Рыбина

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

Статья посвящена вопросам становления и развития методической подготовки учителя математики.

Ключевые слова и фразы: методическая подготовка, профессиональные компетенции, интеграция математической и методической подготовки.

Совершенствование математического образования не возможно без научного анализа содержания подготовки учителя математики, выявления традиций, закономерностей и перспектив. Дмитрий Дмитриевич Мордухай-Болтовской на втором Всероссийском съезде преподавателей математики, отмечая важность и сложность процесса подготовки и становления учителя, сказал: «создать ученого (т.е. научить знанию и научной работе) намного легче, чем создать учителя (которого надо и научить учить других)» [1, с.118-119].

Методическая наука прошла путь от учения о приемах обучения математике и приложения к педагогике и психологии до самостоятельной научной области. Этот переход ясно отражается в содержании методической подготовки на всех этапах ее становления.

На первом этапе становления математического образования не было организовано специальной подготовки учителей, далее накоплением методических знаний и осознанием обществом необходимости специального обучения учителей подготовка осуществлялась в главных народных училищах, университета, учительских курсах, педагогических институтах и университетах. Развитие методической науки влияло на содержание и методы обучения будущих учителей в различных учебных заведениях.

В начале XX века будущему учителю математики методика преподавания преподносилась как свод указаний, которые он должен выполнять в своей профессиональной деятельности. Многие методические пособия составлялись на этой же основе.

За свою многовековую историю методикой обучения математике был накоплен огромный опыт, который обобщается, систематизируется, на этой

основе разрабатываются и внедряются в практику теоретические концепции обучения. Научные изыскания в области методики, математики, системного анализа, систематизация результатов исследований, развитие математического образования и подготовки учителей послужило основой для разработки методологии обучения математике и для выхода методики математики из области приложения к педагогике в самостоятельную научную область. Это легло в основу серьезных изменений в математическом образовании всех уровней, и в частности, в методической подготовке учителя математики.

Эти изменения оказали влияние на цели, содержание, формы, методы и средства как математической, так и методической подготовки учителя математики. Подготовка современного учителя невозможна без углубления и расширения интегративных связей между математической и методической подготовкой: на уровне целеполагания, содержания, методов, форм и средств обучения.

Изменение статуса «методики» повлекло за собой включение в программу подготовки учителей вопросы методологии и теории обучения математики. Это позволяет создать условия развития для способностей выпускника решать любые профессиональные задачи: разработка авторских программ и методик, создание пособий для учащихся и родителей, внедрение в учебный процесс новых, элективных курсов и т. д.

В государственном стандарте нового поколения предполагается использование компетентностной модели выпускника, которая включает такие группы учебных компетенций, как социально-личностные, экономические и организационно-управленческие, общенаучные, общепрофессиональные, специальные.

Поэтому проблема формирования профессиональных компетенций у студентов педагогического вуза является одной из актуальных в педагогической науке и практике.

Одним из важнейших направлений методической подготовки, на наш взгляд, является введение в программу раздела «История теории и методики обучения математике». Введение обусловлено, с одной стороны, изменением статуса теории и методики обучения математики - самостоятельная научная область, со своим предметом, объектом, методами исследования, методологией и теорией, понятийным аппаратом.

С другой стороны, исторический анализ методических идей необходим не только для развития методик как научных областей и развития учебного предмета «Теория и методика обучения математике» как важнейшего в структуре педагогического образования, но и для эффективного реформирования образования, и в частности педагогического. Состояние, уровень развития и готовность методик обеспечить проведение этих реформ влияют и на их качество, и на эффективность. Эта готовность должна быть на методологическом, теоретическом уровнях и на уровне учебных пособий и реального учебного процесса. Уроки истории - наглядный тому пример (проект Эйлера, Колмогоровские реформы и т. д.). Учитель как конкретный исполнитель

должен быть подготовлен к анализу происходящих процессов, к прогнозированию результатов своей деятельности, к коррекции своей деятельности.

Развитие современных информационных технологий дает современному учителю доступ к новым информационным ресурсам: электронные библиотеки, электронные журналы, Интернет-конференции и др., а современное программное обеспечение позволяет создавать новые средства обучения. Внедрение в учебный процесс подготовки учителя математики новых информационных технологий, с одной стороны, позволяет совершенствовать учебный процесс, с другой – подготовить будущего учителя к использованию этих технологий в профессиональной деятельности.

Участие студентов в различных видах проектах, конференциях, исследовательских группах, кружках позволяет формировать у них навыки исследовательской деятельности, ведения дискуссии, представления результатов своей деятельности, работы в творческом коллективе.

Исследования по разработке эффективного внедрения в учебный процесс как средней, так и высшей школы, информационных технологий выявляют как положительные, так и отрицательные тенденции этого внедрения. Многие из них учитывают опыт внедрения наглядных средств обучения и исследований, проведенных в этой связи в конце XIX начале XX века.

Специфичность подготовки учителя математики состоит в том, что организуется учебная деятельность студента и происходит формирование профессиональных компетенций, необходимых будущему учителю. Поэтому в подготовке учителя традиционное для российского образования фундаментальное математическое образование сочетается с глубокой методической подготовкой.

Занятия по математическим и методическим дисциплинам организуются на основе интеграции и преемственности этих дисциплин и преемственности обучения на различных этапах.

Современные государственные стандарты высшего профессионального образования предусматривают введение в учебный план дисциплин и курсов по выбору, которые позволяют вводить в процесс обучения современные достижения математической и методической науки и учитывать интересы студента.

При разработке концепций подготовки современного учителя математики, а особенно при переходе на двухуровневую подготовку, необходимо учитывать следующие направления:

– сохранение лучших традиций русской и советской методических школ: подготовка по двум специальностям, глубокая фундаментальная математическая и методическая подготовка, внедрение в учебный процесс новых достижений методической науки и т.д.

– сближение современной науки математики и содержания математической подготовки, науки «теория и методика обучения математике» и содержания учебной дисциплины «теория и методика обучения математике», повышение роли методологических знаний,

- создание эффективных методик обучения, контроля, организации самостоятельной работы студентов учетом традиций российского математического образования;
- формирование профессиональных умений в процессе изучения методических дисциплин и дисциплин предметной подготовки, а также педагогических практик;
- развитие исследовательских умений и навыков, творческих способностей будущих учителей;
- разработка содержаний спецкурсов и дисциплин национально-регионального компонента, позволяющие раскрывать актуальные направления наук, а также подготовить будущего учителя математики к разработке элективных курсов;
- разработка и внедрение в высшую школу новых информационных технологий и подготовка к их использованию в профессиональной деятельности будущих учителей математики;
- совершенствование системы послевузовского образования учителей: аспирантура, курсы повышения квалификации, участие в научно-практических семинарах и конференциях.

Литература

1. Колягин, Ю. М. Русская школа и математическое образование/ Ю. М. Колягин. - Орел, 1996. – 246 с.

УДК 512.662.1

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА ХОХШИЛЬДА ДЛЯ СИМПЛИЦИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА

М. В. Лadoшкин

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

В представляемой статье рассматривается построение цепного комплекса, который для симплициальных множеств был бы аналогом комплекса Хохшильда. Аналогия в том, что данный комплекс может быть использован для описания возможности продолжения данного объекта до структуры высшего симплициального множества.

Ключевые слова и фразы: алгебраическая топология, гомотопия, устойчивость, отображение, симплициальные грани.

Одна из основных задач теории продолжений на сегодняшнее время – описание возможности продолжить алгебраическую структуру (дифференци-

альную или градуированную алгебру, модуль над алгеброй, алгебру Ли) до ее гомотопически устойчивого аналога. Стандартным приемом, используемым для решения данной задачи, является построение специального цепного комплекса, который носит название комплекса Хохшильда. В рамках данной работы мы построим комплекс Хохшильда для симплициального множества. Все основные утверждения, конструкции и доказательства теорем в данной статье приводятся над полем характеристики 2, то есть над \mathbf{Z}_2 .

Рассмотрим цепной комплекс X , то есть модуль $X = \bigoplus X_i$, где каждый X_i — модуль, снабженный последовательностью отображений $d_i: X_i \rightarrow X_{i-1}$, называемых дифференциалами, удовлетворяющих условию

$$d_i(d_{i+1}) = 0.$$

Пусть на этом цепном комплексе задана структура симплициального множества в смысле Мэя [1], согласованная с дифференциалом, то есть все отображения граней и вырождений являются цепными

$$\begin{aligned} dd_i &= \partial_i d, \\ ds_i &= s_i d. \end{aligned}$$

Градуировка, возникающая из определения симплициального множества, не связана с градуировкой цепного комплекса. Рассмотрим множество $\text{Hom}(X, X)$ всех отображений цепного комплекса X в себя.

Определение 1. Будем обозначать $CS(X)$ подмножество множества $\text{Hom}(X, X)$ образованное всеми отображениями, которые можно индексировать двумя упорядоченными наборами целочисленных индексов, то есть

$$\begin{aligned} CS(X) &= \{f \in \text{Hom}(X, X) \mid f = f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_k}: X^m \rightarrow X^{m-t+k}, \\ i_s &\in \mathbb{Z}, s = 1, 2, \dots, t, j_r \in \mathbb{Z}, r = 1, 2, \dots, k, m = \max(t, i_t), \\ i_1 &\leq i_2 \leq \dots \leq i_{t-1} \leq i_t; j_1 \leq j_2 \leq \dots \leq j_{k-1} \leq j_k\}. \end{aligned}$$

Градуировка комплекса X в определении 1 берется «верхняя», то есть из структуры симплициального множества.

Рассматривая определение 1, можно сказать, что мы выделяем из множества $\text{Hom}(X, X)$ счетные подмножества или конечные подмножества, имеющие возможность двойной индексации целыми числами. Выбор способа индексации произволен, и подобная индексация используется исключительно для удобства работы с элементами множества $CS(X)$.

Определение 2. Будем обозначать $CS^*(X)$ множество всех возможных подмножеств $CS(X)$, каждое из которых имеет свою индексацию целыми числами.

Определение 3. Определим отображение $\delta: CS^*(X) \rightarrow CS^*(X)$ следующей формулой

$$\delta f(x) = \sum(\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_m) f_{i_1, i_2, \dots, i_{t-1}}^{j_1, j_2, \dots, j_k}(x) + (s_0 + s_1 + \dots s_m) f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_{k-1}}(x), \quad (1)$$

где суммирование идет по всем возможным наборам индексов (и, соответственно, отображениям $f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_k}$, удовлетворяющих условию $t + k = m$.

Следующее утверждение показывает, что отображение δ из определения 3 является аналогом дифференциала в стандартном комплексе Хохшильда для алгебр или модулей над алгебрами.

Теорема. Отображение δ из определения 3 удовлетворяют условию

$$\delta\delta = 0,$$

то есть является дифференциалом.

Доказательство. Пусть $x \in X^m$, $f \in CS^*(X)$. Рассмотрим выражение

$$\delta\delta = \delta(\delta f(x)).$$

Применяя формулу (1), имеем

$$\delta(\delta f(x)) = \delta((\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_m) \sum f_{i_1, i_2, \dots, i_{t-1}}^{j_1, j_2, \dots, j_k}(x) + (s_0 + s_1 + \dots s_m) f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_{k-1}}(x)).$$

В скобках в последнем выражении стоят отображения $f_{i_1, i_2, \dots, i_{t-1}}^{j_1, j_2, \dots, j_k}$ из $f \in CS^*(X)$, заданные на различных симплициальных «этажах» комплекса X .

Рассмотрим действие отображения δ на первой слагаемое в скобках. Получим, используя формулу (1)

$$\begin{aligned} & \delta \left(\sum (\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_m) f_{i_1, i_2, \dots, i_{t-1}}^{j_1, j_2, \dots, j_k} \right) (x) = \\ &= \sum (\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_{m+1}) \left((\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_m) f_{i_1, i_2, \dots, i_{t-1}}^{j_1, j_2, \dots, j_k} \right) (x) + \\ &+ \left(\sum (s_0 + s_1 + \dots s_m) (\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_m) f_{i_1, i_2, \dots, i_{t-1}}^{j_1, j_2, \dots, j_k} \right) (x) \end{aligned}$$

Аналогично, для второго слагаемого получаем

$$\begin{aligned} & \delta \left(\sum f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_{k-1}} (s_0 + s_1 + \dots s_m) \right) (x) = \\ &= \sum \left(\sum f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_{k-1}} (s_0 + s_1 + \dots s_m) \right) (\partial_0 + \partial_1 + \dots \partial_m)(x) + \\ &+ \left(\sum f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_{k-1}} (s_0 + s_1 + \dots s_m) \right) (s_0 + s_1 + \dots s_{m-1})(x) \end{aligned}$$

Так как в результате суммирования будут перебраны все возможные индексации для отображений $f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_k}$, то мы можем объединить все суммирования в одно, вынеся за скобки элемент (x) . Получим выражение

$$\delta(\delta f(x)) = \sum_{f_{i_1, i_2, \dots, i_t}^{j_1, j_2, \dots, j_k}} ((\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_m)(\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_{m+1}) + (\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_m)(s_0 + s_1 + \dots + s_m) + (s_0 + s_1 + \dots + s_m)(\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_m) + (s_0 + s_1 + \dots + s_m)(s_0 + s_1 + \dots + s_{m-1})) (x)$$

Рассмотрим выражение в скобках.

$$(\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_m)(\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_{m+1}) + (\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_m)(s_0 + s_1 + \dots + s_m) + (s_0 + s_1 + \dots + s_m)(\partial_0 + \partial_1 + \dots + \partial_m) + (s_0 + s_1 + \dots + s_m)(s_0 + s_1 + \dots + s_{m-1})$$

Раскрывая скобки, получаем

$$\sum \partial_i \partial_j + \sum s_i s_j + \sum \partial_i s_j + \sum s_i \partial_j, \quad (2)$$

где суммирование ведется по всем i, j , меняющимся в соответствующих пределах. Рассмотрим первую сумму. В ней будет четное число слагаемых, так первый индекс меняется от нуля до m , второй – от нуля до $m+1$. Для каждой пары найдется соответствующее ей по симплициальным соотношениям для граней из определения симплициального множества. Таким образом, можно сделать вывод, что

$$\sum \partial_i \partial_j = 0.$$

Аналогичные рассуждения можно провести для второго слагаемого, той лишь разницей, что в нем первый индекс меняется от нуля до m , второй – от нуля до $m-1$. Используя симплициальные соотношения для вырождений из определения симплициального множества, получаем

$$\sum s_i s_j = 0.$$

Рассматривая два последних слагаемых в (2), мы получим, что число слагаемых в них одинаково, причем слагаемых, которых по соотношениям симплициальным соотношениям равны тождественному отображению, будет также четное число. Таким образом, учитывая, что все доказательство мы проводим над полем характеристики 2, получаем

$$\sum \partial_i s_j + \sum s_i \partial_j = 0.$$

Подставляя все полученные условия в формулу (2), получим

$$\delta(\delta f(x)) = 0,$$

что и требовалось показать.

Определение 4. Множество $CS^*(X)$ из определения 2 вместе с отображением δ из определения 3 будем называть комплексом Хохшильда для симплициального множества.

Термин «комплекс Хохшильда» употребляется в данном случае по аналогии с комплексом Хохшильда для алгебр или модулей. Смысл аналогии заключается в использовании гомологий данного комплекса для описания возможности продолжения симплициального множества до гомотопически устойчивого аналога, которым является высшее симплициальное множество, построенное в [2], [3].

Работа выполнена в рамках проекта «Построение гомотопически устойчивого аналога симплициального объекта» ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013гг.» Государственный контракт № П1226 от 07 июня 2010.

Литература

1. May, J. P. Simplicial objects in algebraic topology / J.P. May – Van Nostred, Math.Studies, 11 -1967 – 162 p.
2. Ладешкин, М. В. Аналог симплициальных граней в A_∞ -случае / М. В. Ладешкин // Вестник МГОУ. Серия Физика-математика. – 2011. – № 2. – С. 60–72.
3. Ладешкин, М. В. Построение аналога симплициальных вырождений в A_∞ -случае / М. В. Ладешкин // Известия вузов. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2011. – № 2 (18). – С. 80–89.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.394.147

ЛАБОРАТОРНЫЕ СТЕНДЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОДОВ ХЭММИНГА

Д. В. Пьянзин

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

В статье рассматриваются разработанные лабораторные стенды для изучения алгоритмов кодирования и декодирования кодов Хэмминга.

Ключевые слова и фразы: лабораторный стенд, помехоустойчивое кодирование.

Одной из важнейших задач при передаче цифровой информации, является обеспечение высокой достоверности передаваемых данных, так как в реальных каналах связи присутствуют помехи, искажающие информацию. Наиболее эффективным методом обеспечения высокого качества цифровой передачи является применение помехоустойчивых кодов [8, 9].

В данной работе рассматриваются разработанные лабораторные стенды для изучения принципов кодирования и декодирования кодов Хэмминга.

Коды Хэмминга относятся к линейным систематическим кодам, в которых проверочные разряды (избыточные символы) формируются линейным преобразованием (суммированием по модулю 2) информационных разрядов (символы сообщения). Данные коды имеют кодовое расстояние $d_0=3$ и $d_0=4$. Количество обнаруживаемых t_0 и исправляемых t_u ошибок кодами данного типа связано с кодовым расстоянием следующим выражением:

$$d_0 \geq t_0 + t_u + 1. \quad (1)$$

Таким образом, с учетом кодового расстояния, коды Хэмминга позволяют исправлять только одну ошибку.

В зависимости от количества информационных и проверочных разрядов в кодовых словах выделяют коды Хэмминга (7, 4), (9, 5), (11, 7), (15, 11). Обозначение кода (7, 4) означает, что длина кодового слова равна 7 бит, а длина сообщения 4. Следовательно, число проверочных разрядов r в коде равно 3. По аналогии рассматриваются другие типы кодов.

Основной задачей построения помехоустойчивых кодов является нахождение их проверочных разрядов. Для кодов Хэмминга оператор формирования имеет следующий вид:

$$b_i = R_i a_j, \quad i = 1, 2, \dots, r \quad (2)$$

где b_i – символы проверочной группы; a_j – символы информационной группы; R_i – операторы; r – число элементов проверочной группы.

Обнаружение и исправление ошибок кодом Хэмминга сводится к определению и последующему анализу «синдрома», который рассчитывается следующим образом:

$$\frac{b_1^* b_2^* \dots b_r^*}{b_1 b_2 \dots b_r} \oplus \frac{C_1 C_2 \dots C_r}{C_1 C_2 \dots C_r} \quad (3)$$

«Синдром» определяется как сумма по модулю 2 принятых приемником проверочных разрядов b_i кода Хэмминга и заново вычисленных проверочных разрядов b_i^* по принятым информационным элементам кода. При этом проверочные разряды b_i^* рассчитываются по тем же самым выражениям, которые использовались при расчете b_i .

Если в результате суммирования по модулю 2 элементов b_i и b_i^* «синдром» равен нулю, то ошибки в кодовой комбинации отсутствуют, при наличии ошибки в составе «синдрома» появятся единицы.

Двоичное число «синдрома» представляет собой условный номер (в десятичной системе) разряда в коде, где произошла ошибка. В таблице 1 приведены числа, представляющие синдром, для кода Хэмминга (7, 4).

Таблица 1

Число синдрома	C_1	C_2	C_3	Элементы кодовой комбинации с ошибкой
1	0	0	1	b_3
2	0	1	0	b_2
3	0	1	1	a_1
4	1	0	0	b_1
5	1	0	1	a_2
6	1	1	0	a_3
7	1	1	1	a_4

Если ошибка происходит в одном из проверочных элементов, то в составе «синдрома» будет только одна единица, например, при возникновении ошибки в разряде b_1 ей будет соответствовать двоичный код «синдрома» 100 (десятичное число 4). Появление большего числа единиц в «синдроме» будет связано с ошибками в информационной части кода. В таблице условные номера присваиваются информационным элементам в порядке возрастания двоичного числа «синдрома».

Используя приведенную таблицу, определяются выражения для расчёта элементов проверочной группы b_i . Например, в двоичном коде «синдрома» элемента b_1 единица присутствует в разряде C_1 , поэтому в выражение для его расчёта будут входить только те информационные элементы кода, у которых в разряде C_1 «синдрома» также находится единица. Такими информационными элементами являются a_2 , a_3 и a_4 . По аналогии определяются формулы для расчёта b_2 и b_3 .

Таким образом, выражения для расчета проверочной группы кода Хэмминга (7, 4) имеют вид:

$$R_1 : b_1 = a_2 \oplus a_3 \oplus a_4 ; \quad (4)$$

$$R_2 : b_2 = a_1 \oplus a_3 \oplus a_4 ; \quad (5)$$

$$R_3 : b_3 = a_1 \oplus a_2 \oplus a_4 . \quad (6)$$

Приведенные соотношения можно компактно отобразить в виде проверочной матрицы H :

$$H(7,4) = \begin{array}{cccc|ccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \begin{array}{l} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{array} \quad (7)$$

$a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4$

По аналогии строится таблица, проверочная матрица и выводятся выражения для расчета проверочной группы кодов Хэмминга (9, 5), (11, 7), (15, 11).

Аппаратная реализация кодера Хэмминга может быть представлена в соответствии со структурной схемой, приведённой на рис. 1.

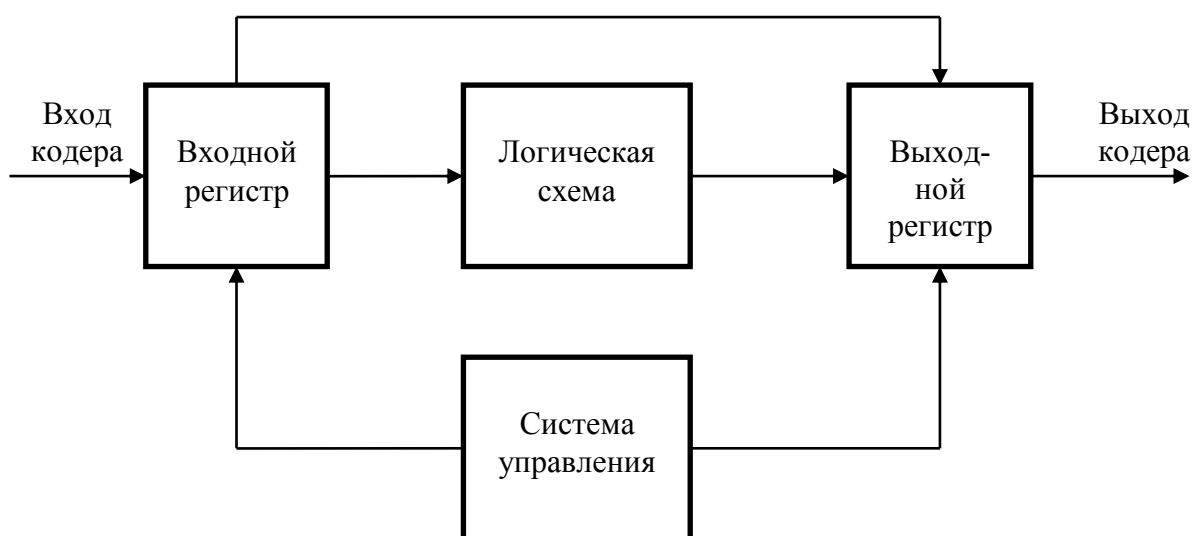


Рисунок 1. Структурная схема кодера Хэмминга

Кодер включает в себя входной и выходной регистры, логическую схему и систему управления.

На вход устройства поступает информационная последовательность от источника сообщения, которая записывается во входной регистр.

В логической схеме рассчитываются элементы проверочной группы, согласно выражениям, полученным на основе анализа «синдрома».

После этого, информационная и проверочная кодовые группы записываются в выходной регистр.

Система управления реализует заданный алгоритм кодирования информации.

Структура декодера Хэмминга приведена на рис. 2.

Она включает в себя входной и выходной регистры, логическую схему и схему сравнения, дешифратор и схему исправления ошибок.

Код Хэмминга поступает во входной регистр, где выполняется его преобразование из последовательной формы в параллельную.

Логическая схема рассчитывает элементы проверочной группы b^*_i по принятым информационным элементам. Схема сравнения вычисляет «синдром». В случае ненулевого «синдрома» дешифратор выполняет преобразование его двоичного кода в десятичный, соответствующий номеру разряда кода в котором произошла ошибка, а схема исправления ошибок инвертирует данный разряд. В выходной регистр записывается декодированная кодовая последовательность. Система управления реализует заданный алгоритм декодирования информации.

На рис. 3-4 приведены внешние виды лабораторных стендов по изучение кодирования и декодирования кодов Хэмминга.

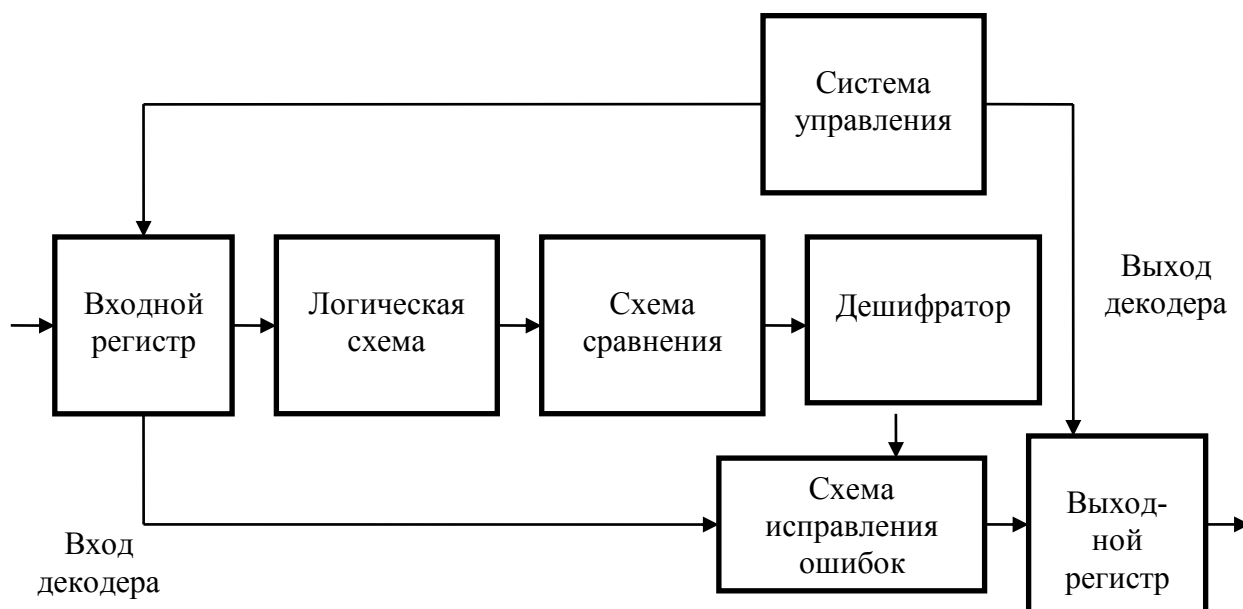


Рисунок 2. - Структурная схема декодера Хэмминга.

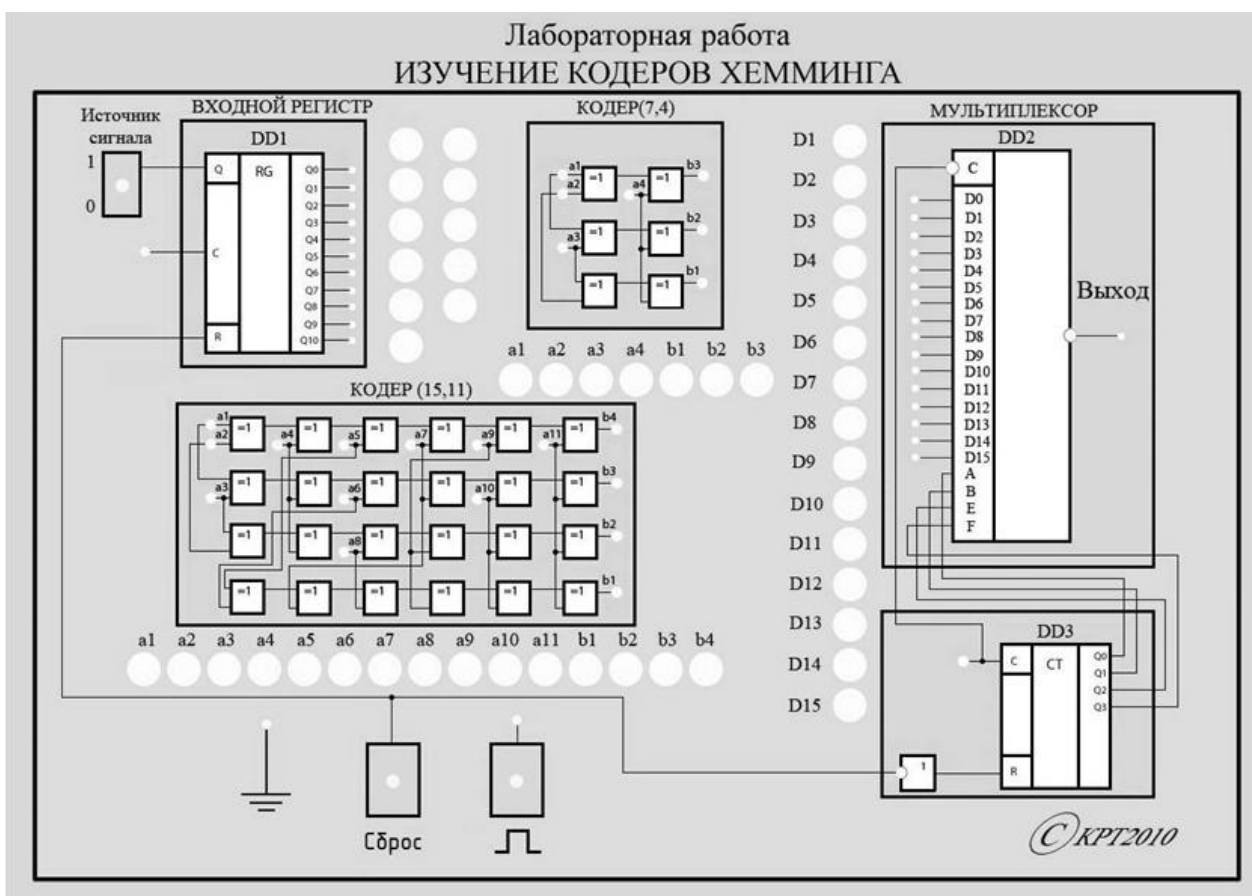


Рисунок 3. - Лабораторный стенд для изучения кодеров Хэмминга.

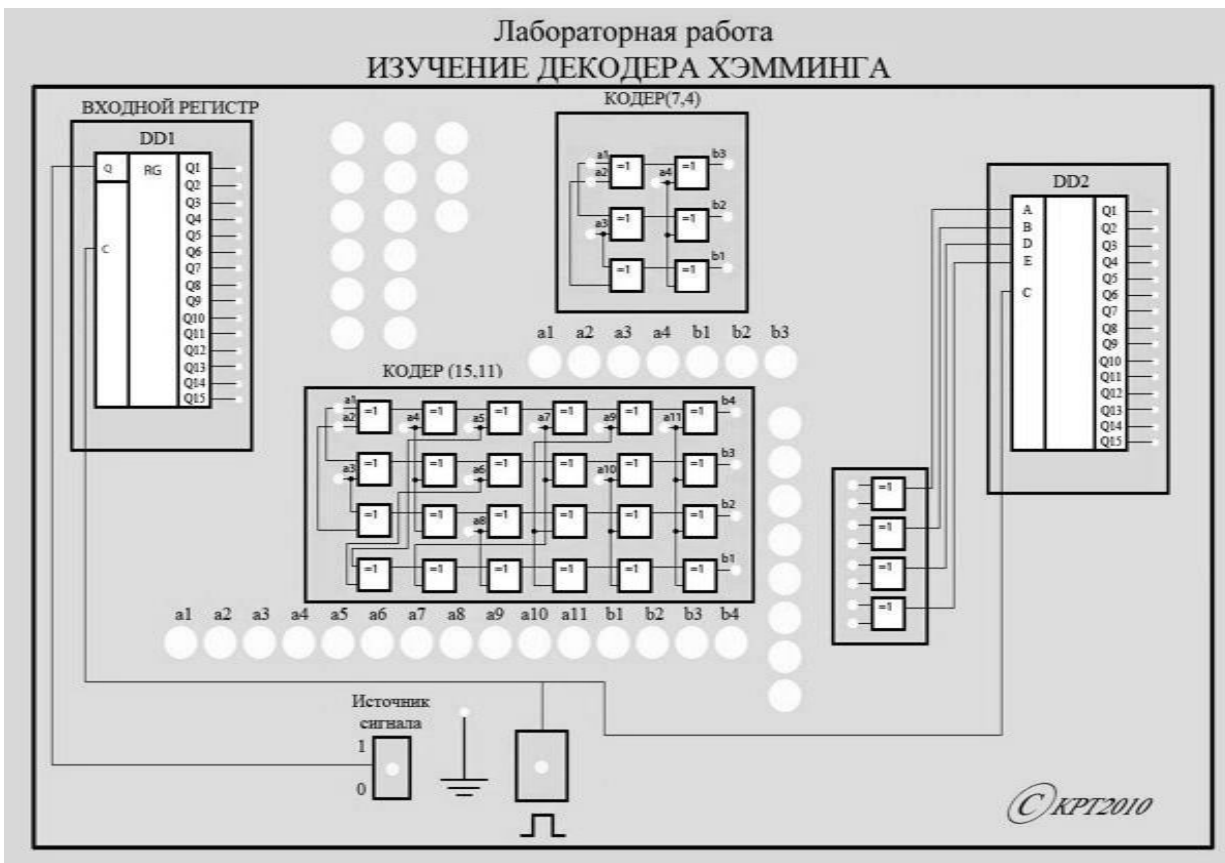


Рисунок 4. Лабораторный стенд для изучения кодеров Хэмминга.

На передней панели лабораторных стендов студенты имеют возможность собирать электрические схемы кодирующих и декодирующих устройств Хэмминга (7,4) и (15,11).

В настоящее время представленные стенды применяется в лабораторном практикуме учебного курса «Основы цифровой радиосвязи» на кафедре радиотехники Института физики и химии Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева.

Литература

1. Вернер, М. Основы кодирования / М. Вернер – М. : Техносфера, 2004. – 288 с.
2. Золоторев, В. В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы : Справочник / В. В. Золоторев, Г. В. Овечкин, Ю. В. Зубарев – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 126 с.
3. Кларк, Дж. мл. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи : Пер. с англ. / Дж. Кларк, мл., Дж. Кейн – М. : Радио и связь, 1987. – 392 с. : ил.
4. Мамаев, Н. С. Системы цифрового телевидения и радиовещания : [справ. изд.] / Н. С. Мамаев, Ю. Н. Мамаев, Б. Г. Теряев — М. : Горячая линия-Телеком, 2006. - 256 с.
5. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / Р. Морелос-Сарагоса – М. : Техносфера, 2005. – 320 с.
6. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. дипломир спец. «Информатика и выч. техника» / А. Б. Сергиенко — 2-е изд. — СПб.: Питер, 2006. - 750 с.
7. Шварцман, В. О. Передача дискретной информации. Уч. для студ. электротехн. институтов / В. О. Шварцман, Г. А. Емельянов – М.: Радиосвязь, 1982.- 240 с.
8. Шульгин, В. И. Основы теории передачи информации, Ч.1. Экономное кодирование / В. И. Шульгин – Учеб. пособие – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 102 с.
9. Шульгин, В. И. Основы теории передачи информации, Ч.2. Помехоустойчивое кодирование / В. И. Шульгин – Учеб. пособие – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 87 с.

УДК 628.95

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕТЕРОСТРУКТУР СВЕРХЪЯРКИХ СВЕТОДИОДОВ

А. В. Сокольников

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

Представлены результаты разработки измерителя характеристик и параметров гетероструктур сверхъярких светодиодов с использованием персонального компьютера. Рассмотрены методы измерения ВАХ и энергетических характеристик сверхъярких светодиодов и схемотехника измерителя.

Ключевые слова и фразы: гетероструктура, автоматизированный измеритель, светодиод, вольтамперная характеристика, излучения, фотодиод, персональный компьютер, микроконтроллер.

Введение

В настоящее время разработки и совершенствования технологии изготовления светодиодов (СД) идут с небывалой скоростью. Революция в области создания самых совершенных источников света на основе СД началось с появления сверхъярких СД. Она наметилась ещё в 1923 году, когда молодой инженер-исследователь О.В. Лосев заметил свечение в структуре точечного контакта карбида кремния (SiC). Это был «Лосев свет» (Lossev Light), как его называли зарубежные учёные [1].

Сейчас сверхъяркие СД, это приборы которые преобразуют электрическую энергию в световую со светоотдачей > 150 лм/Вт, что во много раз больше, чем люминесцентные лампы (80 лм/Вт) и тем более лампы накаливания (15 лм/Вт). В ближайшем будущем при 100% выходе квантов света из кристалла СД светоотдача возрастает до 300 лм/Вт [2].

Перспективы и прогнозы по экономии электроэнергии идущей на освещение во всём мире заставляют уделять серьёзное внимание проблеме не только создания таких структур, но и обучению нового поколения исследователей и разработчиков в этой области. Современный сверхъяркий СД - продукт самых высоких технологий. Кристалл СД представляет собой гетероструктуру с квантово-размерными слоями толщиной в несколько атомных слоёв (наноструктура) [3].

Исследование электрических и оптических свойств СД позволяет получать знания о процессах, происходящих в структуре и контролировать технологические процессы их изготовления.

Для таких исследований привлекаются самые современные компьютерные методы и интернет-технологии [4].

Представленный в этой работе и автоматизированный измеритель ВАХ и энергетических характеристик СД предназначен для использования в учебном процессе по курсам «Светодиоды» «Квантовая и оптическая электроника». Процесс измерения и обработки результатов осуществляется с помощью ПК, для чего было программное обеспечение.

Гетероструктуры современных сверхъярких светодиодов

Полупроводниковым гетеропереходом называют контакт двух полупроводников различного вида и разного типа проводимости, например, InGaN/AlGaIn/GaN представленного на рисунке 1а. Поскольку в гетеропереходах используются разные материалы, необходимо, чтобы у этих материалов с высокой точностью совпадали два параметра: температурный коэффициент расширения и постоянная решетки.

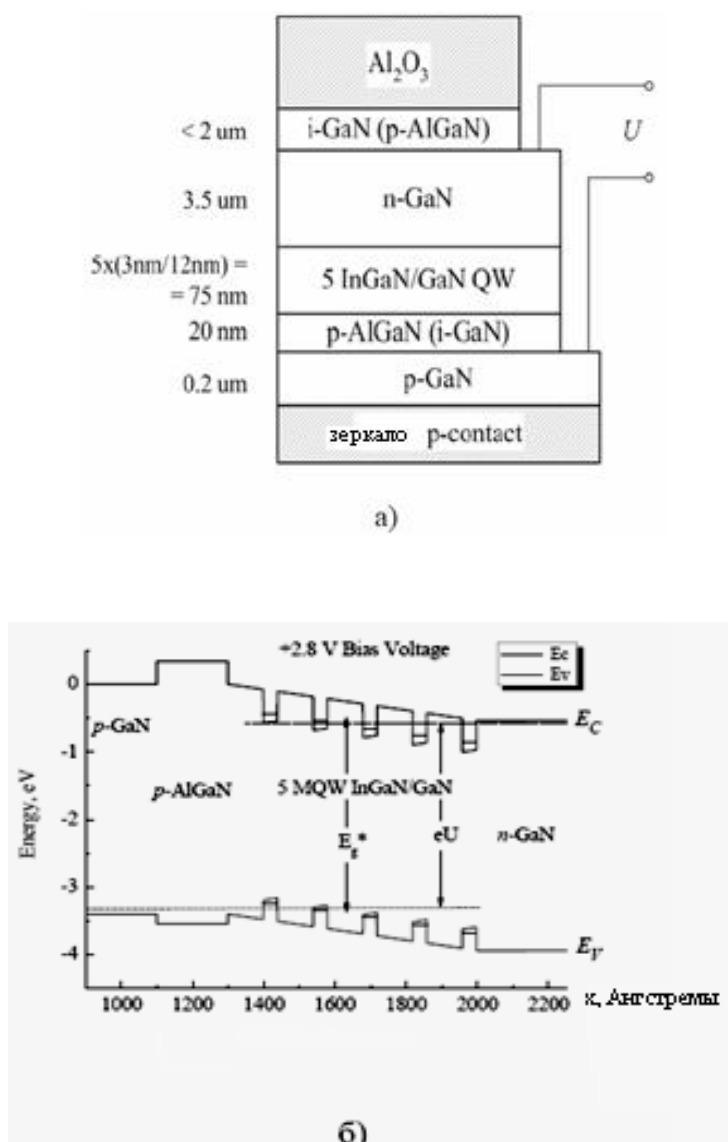


Рисунок 1. - Схема расположения слоев p-n - гетероструктуры InGaN/AlGaN/GaN (а) и ее энергетическая диаграмма в прямом смещении (б).

В зависимости от ширины запрещенной зоны E_g , электронного сродства и типа легирования полупроводников возможна реализация гетеропереходов различного типа. На рис. 1б показан пример зонной диаграммы гетероперехода с множественными квантовыми ямами [2].

Вольтамперные характеристики (ВАХ) гетероструктур

Для различных типов гетеропереходов экспоненциальная зависимость тока от напряжения (ВАХ) в виде (1) сохраняется, а выражение для тока J_s модифицируется.

$$J = J_s \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right]; \quad (1)$$

$$J_s = \frac{qp_{n0}D_p}{L_p} + \frac{qn_{p0}D_n}{L_n}; \quad (2)$$

где J_s - ток насыщения.

При прямом смещении происходит инжекция неосновных носителей заряда, что проявляется в виде электронного и дырочного токов. Использование гетеропереходов может обеспечить одностороннюю инжекцию из слаболегированного полупроводника в сильнолегированный, что особенно важно для обеспечения высокой квантовой эффективности светодиодов. Обычно это невозможно для $p-n$ - гомопереходов. Полный ток при прямом смещении будет иметь следующий вид:

$$J_{np} = J_{diff} + J_{рек} = J_s \left[\exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right] + \frac{1}{2} qW\sigma v N_T n_i \exp\left(\frac{qV}{2kT}\right); \quad (3)$$

Варианты идеальных и реальных вольтамперных характеристик в прямом и обратном направлении для гетероструктур представлены на рис. 2.

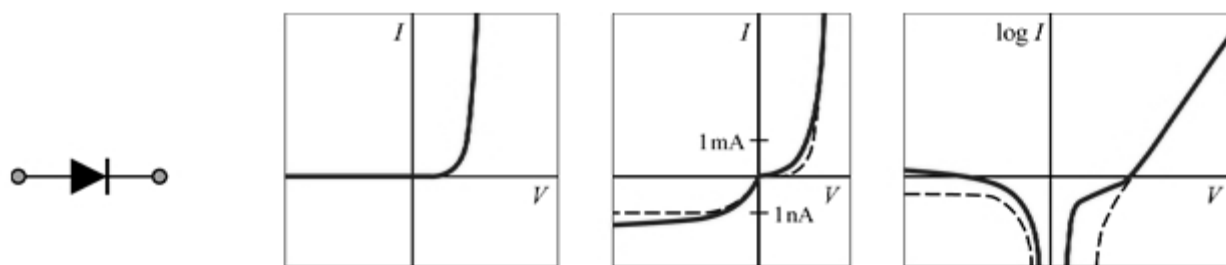


Рисунок 2. - Идеальные и реальные ВАХ для гетероструктур.

Методика измерения вольтамперных характеристик

Из приведенной формулы (1) следует, что для построения вольтамперной характеристики необходимо измерять два параметра: ток и напряжение. Измерения ВАХ проводится от источника тока.

Схема включения структуры светодиода с применением резистивного датчика тока, приведена на рисунке 3. Для построения ВАХ необходимы – измерения напряжений U_1 , U_2 относительно общего провода. Напряжение на структуре светодиода будет определяться:

$$U_{vd} = U_n - U_2; \quad (4)$$

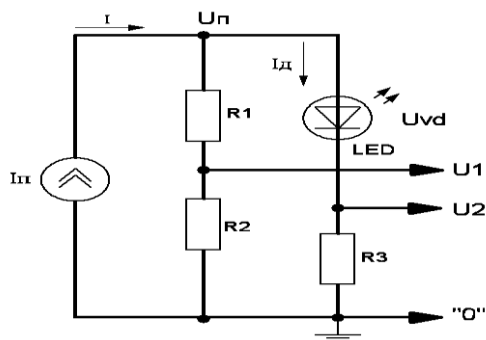


Рисунок 3. - Схема включения структуры светодиода с применением резистивного датчика тока.

При измерении тока последовательно со светодиодом включается эталонное сопротивление, падение напряжения на котором будет пропорционально протекающему току. Измерение тока протекающего через структуру светодиода осуществляется с помощью резистивного датчика тока R3, значение тока в цепи будет, определяется как:

$$I_D = \frac{U_2}{R_3}; \quad (5)$$

Таким образом, для измерения вольтамперных характеристик необходимо измерять только напряжения. Измерения производится с помощью АЦП. Для измерения вольтамперной характеристики светодиода работающего в квазистационарном режиме, форма задаваемого тока должна быть ступенчатого типа, а для светодиода, работающего в импульсном режиме, форма задаваемого тока должна быть импульсного типа.

Методика определения мощности излучения сверхъярких светодиодов

Принцип измерения мощности излучения основан на фотоэлектрическом преобразовании излучения испытуемого кристалла и последующем измерении величины фототока в цепи фотоприемника ФД – 24К с известной чувствительностью в заданном спектральном диапазоне.

Схема для измерения мощности излучения представлена на рисунке 4. При пропускании прямого тока через испытуемый кристалл ИК излучатель облучает поверхность фотодиода потоком P , в его цепи возникает фототок I_ϕ , величина которого пропорциональна чувствительности S и величине потока P . При известной чувствительности фотодиода мощность излучения кристалла:

$$P = I_\phi / S; \quad (6)$$

где – S паспортная чувствительность фотодиода ФД – 24К.

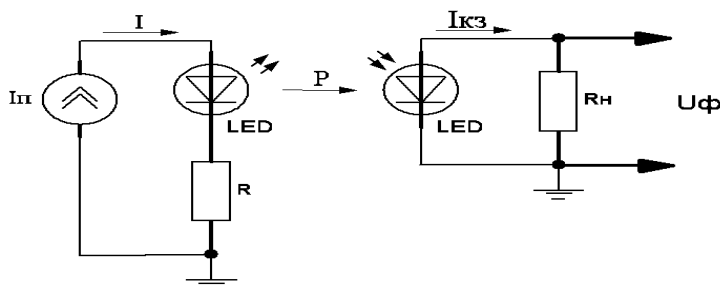


Рисунок 4. - Схема включения фотодиода для измерения мощности излучения.

Автоматизированный измеритель вольтамперных и энергетических характеристик сверхъярких светодиодов

Установка позволяет измерять токи и напряжения светодиодов в прямом и обратном направлении в квазистационарном и импульсном режиме, а

так же измерять электрический сигнал от фотоприемника для построения вольтамперных и энергетических характеристик сверхъярких светодиодов с количеством точек измерения до 2048, в автоматическом и ручном режиме. Диапазон задаваемого напряжения ± 15 В, предельное значение прямого тока до 3 А. Результаты измерений передаются через СОМ-порт на персональный компьютер.

Принцип работы автоматизированного измерителя

Назначением данного измерителя является: формирование тока, измерение падения напряжения на структуре диода и мощности излучения при заданном токе, протекающем через структуру. Структурная схема измерителя приведена на рисунке 5.

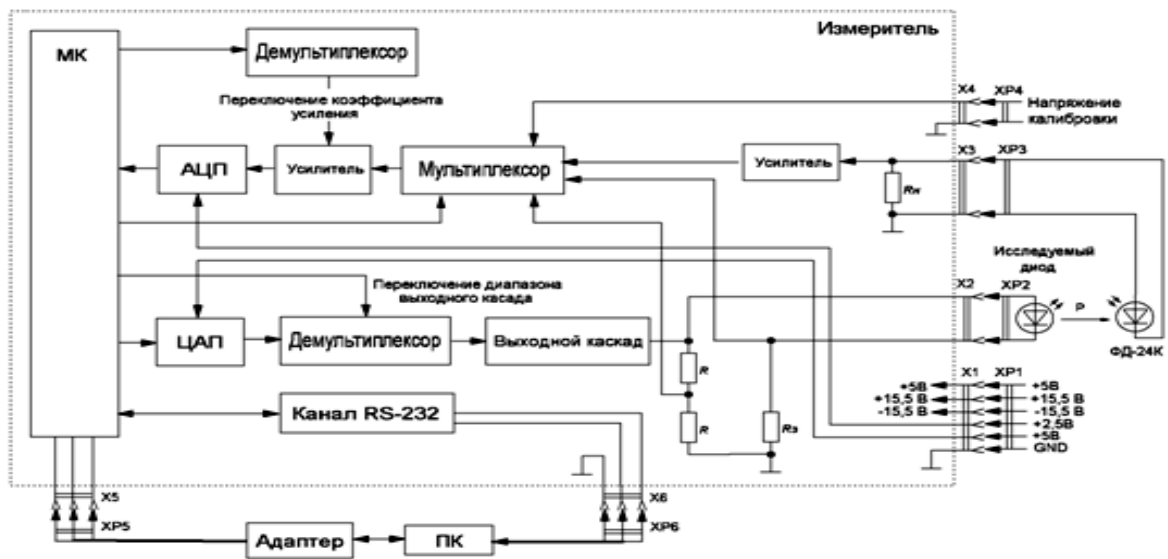


Рисунок 5. - Структурная схема измерителя.

Управление измерителем осуществляет персональный компьютер. Согласно принятой команды, измеритель работает в режимах: ожидания; сбор данных в квазистатическом режиме; сбор данных в импульсном режиме; калибровка измерителя.

В режиме ожидания ПК передает на измеритель команду для проверки соединения. Измеритель по принятой команде проверяет наличие подключения светодиода, формирует код подтверждения связи и наличия подключения светодиода, и сформированный код передает на ПК. Процесс проверки связи осуществляется постоянно, пока не будет выбран какой либо из других режимов.

В режиме сбора данных в квазистатическом режиме ПК передает на измеритель, сформированный код которого включает в себя: режим измерения в «квазистатическом режиме», длительность периода, диапазон напряжения в пределах которого должны быть проведены измерения и максимальные значения токов.

Микроконтроллер формирует цифровой код для ЦАП пропорциональный задаваемому току и по последовательному каналу передает на цифро-

аналоговый преобразователь. На выходе биполярного источника тока, формируется ток, пропорциональный напряжению заданным цифро-аналоговым преобразователем.

Заданный ток, протекая через структуру светодиода, вызывает падение напряжения на структуре. Протекающий ток через структуру измеряется с помощью резистивного датчика тока, который включен последовательно светодиоду, рис. 3. С помощью этого же датчика измеряется и падение напряжения на структуре, падение напряжения на структуре вычисляется косвенно. Для вычисления падения напряжения на структуре, измеряется напряжение на резистивном делителе. В процессе измерения ВАХ структуры светодиода, одновременно измеряется мощность излучения светодиода с помощью фотодиода. Ток короткого замыкания фотодиода вызывает падение напряжения на сопротивлении нагрузки, которое пропорционально освещенности фотодиода.

Аналого-цифровой преобразователь преобразует, измеряемые напряжения в 14-битный цифровой код и по последовательному каналу передает данные на микроконтроллер, для дальнейшей обработки.

Цикл формирования тока и измерения напряжений продолжается до тех пор, пока значения измерений не достигнут заданного значения.

Сбор данных в импульсном режиме осуществляется аналогичным способом как при сборе данных в квазистатическом режиме. Отличие заключается в том, что в импульсном режиме аналого-цифровой преобразователь начинает измерения за $0,1$ мс (интервал времени t_2 рисунок 6, б) до окончания импульса (интервал t_3). Поэтому длительность импульса и периода (интервал времени t_1) не может быть меньше $0,1$ мс.

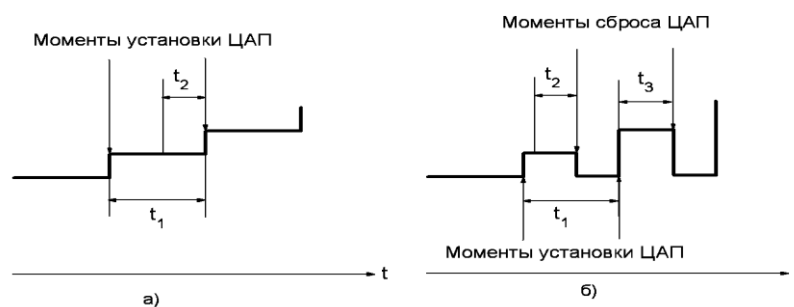


Рисунок 6. - Формирование импульсов цифро-аналоговым преобразователем и момент измерения аналого-цифровым преобразователем:
 а) в квазистатическом режиме, б) в импульсном режиме

Все измеренные данные, микроконтроллер преобразует в десятичный код и через канал RS-232 передает их на персональный компьютер.

В данной работе была синтезирована принципиальная электрическая схема измерителя вольтамперных и энергетических характеристик сверхъярких светодиодов. Электрическая схема автоматизированного измерителя на рис. 7.

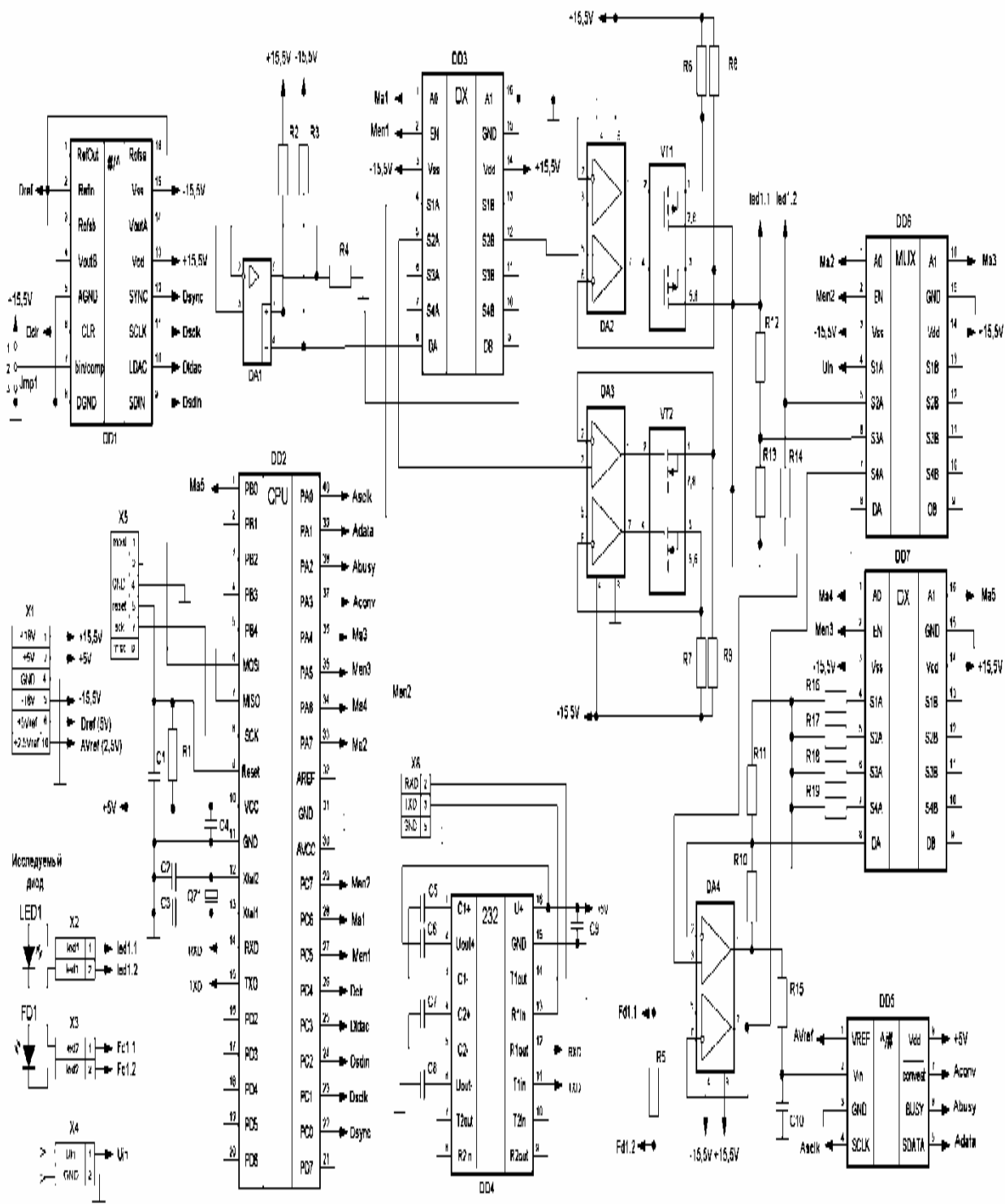


Рисунок 7. - Схема измерителя электрическая принципиальная.

Схема состоит из: микроконтроллера ATMEGA8535; аналого-цифрового преобразователя, выполненного на микросхеме AD7249; биполярного источника тока; аналого-цифрового преобразователя выполненного на микросхеме AD7894AR-10; операционного усилителя OPA2277; мультиплексоров, выполненных на микросхемах ADG439; канала RS – 232, выполненного на микросхеме MAX232; канала измерения фототока, выполненного

на основе операционного усилителя ОРА2277. Данная схема реализована на печатной плате (100×70 мм).

Программные средства для микроконтроллера и ПК

Программа для микроконтроллера написана в графической среде разработки программного обеспечения для микроконтроллеров с архитектурой AVR «Algorithm Builder 5.40

Windows - приложение, отвечающее за связь с измерителем и обработку принятой информации, разработано в среде Delphi 7. Окно среды Delphi - приложения представлено на рис. 8.

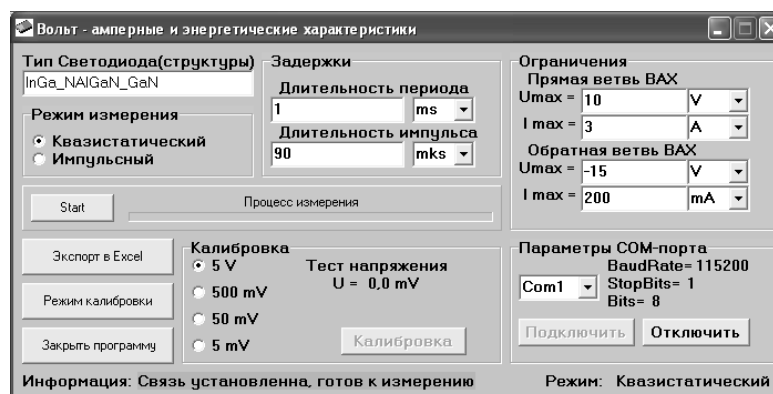


Рисунок 8. - Окно среды Delphi-приложения.

Окно оснащено всеми необходимыми объектами для управления измерителем. Перед началом измерения, в поле «Тип светодиода (Структуры)» заносится тип светодиода или структуры на которой проводят испытания, эти данные будут отображаться в отчете Excel файла

Рассмотрим процедуру измерения этих характеристик. Для того чтобы установить связь измерителя с ПК воспользуемся окном Delphi - приложения рисунок 9. Связь осуществляется через СОМ-порт. Все параметры конфигурации СОМ-порта представлены в блоке «Параметры СОМ-порта», параметры неизменны кроме имени порта. Для открытия порта необходимо нажать кнопку «Подключить», после чего в строке информации появится надпись «Связь установлена» и информация о подключении светодиода к измерителю, о чем свидетельствует надпись «Готов к измерению», в противном случае появится надпись «Нет связи».

В блоках «Режим измерения», «Задержки» и «Ограничения» выбираются параметры при которых будут проводиться измерения.

После установки всех необходимых параметров запускается режим измерения характеристик с помощью кнопки «Start».

Результат измерения экспортируется в Excel файл. Пример отчета измерения приведен на рис. 9. Для экспорта результатов необходимо нажать кнопку «Экспорт в Excel».

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Вольт - Амперная и энергетическая характеристика InGa_NAlGaN_GaN						
2								
3	Измерения были проведены:							
4	В квазистатическом режиме							
5		Длительность периода: 1мс;						
6		Длительность импульса: 90мкс;						
7	В диапазонах:	U= от -15В до 2мВ;						
8		Iпр.мах= 3мА;						
9		Iобр.мах= 200А;						
10								
11	Номер точки	U,V	I,A	if,A				
12	1		0	2,29716E-06	1,7E-13			
13	2		0,008025	3,94466E-05	1,26E-13			
14	3		0,016025	0,000076431	2,13E-13			
15	4		0,02405	0,000113269	2,65E-13			
16	5		0,032075	0,000149438	1,32E-13			
17	6		0,040075	0,000185418	1,68E-13			
18	7		0,0481	0,000220904	8E-14			
19	8		0,0561	0,000255331	1,32E-13			
20	9		0,064125	0,000290028	1,85E-13			
21	10		0,07215	0,000322555	1,91E-13			
22	11		0,08015	0,000353302	5,6E-14			
23	12		0,088175	0,000383255	7,1E-14			

Рисунок 9. - Отчет измерения.

Заключение

Данный измеритель реализован на современной элементной базе микроэлектроники в виде печатной платы. Когда может быть встроена в ПК, используется в учебном процессе по курсам «Светодиоды» и «Квантовая и оптическая электроника» для закрепления базовых знаний практическими навыками исследования структур современных СД. Исследования, проводимые на кафедре «Микроэлектроника» Мордовского госуниверситета позволяют ответить на многие вопросы, связанные с разработкой структур мощных СД [5], проведением глубоких центров в таких структурах [6], фоточувствительностью СД [7], созданием оптронов на основе структур сверхъярких СД [8].

Литература

- 1 Лосев, О. В. У истоков полупроводниковой техники. – Л.: Наука, 1972 – 280 с.
- 2 Шуберт, Ф. Светодиоды / Ф. Шуберт. Пер. с англ. под ред. А. Э. Юновича. - 2-е изд. - М.: Физматлит, 2008. - 496 с.
- 3 Федоров, А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур. Учебное пособие / А. В. Федоров – СПб: СПбГУ ИТМО., 2009. - 195 с.
- 4 Глинченко, А. С. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с применением интернет-технологий: учеб. пособие / А. С. Глинченко, Н. М. Егоров, В. А. Комаров, А. В. Сарафанов. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 352 с.
- 5 Сокольников, А. В. Конструктивно-технологические особенности создания структур мощных светодиодов / А. В. Сокольников, П. Ю. Батяев // Наука и инновации в Республике Мордовия: материалы VII респ. науч.-практ. конф./ Мордов. гуманит. Ин-т [и др.; редкол.: В. А. Нечаев (отв. ред.), А. В. Захряпин и др.]. – Саранск, 2008. – С. 608-611.
- 6 Сокольников, А. В. Исследование энергий активации ГУ сверхъярких светодиодов / А. В. Сокольников, П. Ю. Батяев // Методы и средства управления технологическими процессами МСУТП – 2007: Материалы VI междунар. конф. – Саранск: изд-во Мордов. ун-та, 2007. – С. 156-158.
- 7 Сокольников, А. В. Исследование фоточувствительности гетероструктур сверхъярких светодиодов с квантовыми ямами / А. В. Сокольников // Фундаментальные и

прикладные физики: сб. материалов V междунар. науч.–практ. конф. / под науч. ред. В. К. Свешникова; Мордов. гос. пед. ин-т. – Саранск, 2009. - 142 – С. 143.

8 Сокольников, А. В. Оптроны на основе структур сверхъярких светодиодов / А. В. Сокольников, П. Н. Сергеев // Электроника и информационные технологии, выпуск 2(7), 2009. – С. 13. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://fetmag.mrsu.ru/2009-3/pdf/optrones.pdf-0420900067/0094>.

УДК 621.317

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ РАЗРЯДНОЙ ТРУБКИ НА МОЩНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗРЯДА

В. К. Свешников

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

Рассматривается влияние формы поперечного сечения разрядной трубки натриевой лампы низкого давления на мощность светового излучения генерируемого разряда. Результаты исследований могут быть использованы в курсе «Источники света» высших учебных заведений.

Ключевые слова и фразы: ионизация, возбуждение, резонансное излучение, амбиполярная диффузия, диффузионная длина.

Расчет мощности резонансного излучения натриевого разряда для некруглой формы поперечного сечения трубок вызывает затруднения. В связи с этим представляется естественным привлечение подходящей теории эквивалентных разрядов. Наиболее приемлемой является теория эквивалентных разрядов для трубок с ртутным наполнением, развитая в работе Кайлесса [1].

Настоящая работа посвящена изучению влияния формы поперечного сечения разрядной трубки на мощность светового излучения генерируемого разряда. Результаты исследований могут быть использованы при совершенствовании конструкций газоразрядных приборов и при постановке демонстрационного эксперимента.

*Теория эквивалентных разрядов Кайлесса в применении к трубкам
некруглого сечения, дозированным натрием*

Теория Кайлесса разработана для плазмы ртутного разряда в смеси инертный газ - пары ртути [1]. Давление инертного газа изменяется в пределах от 13 Па до 1,3 кПа при условии, что давление паров ртути имеет порядок 0,1 Па. Согласно теории эквивалентными являются разряды, происходящие в одном и том же газе, при одном и том же давлении, в которых токи подобраны так, что обеспечивается постоянство температуры и концентрации электронов, а также тождество других физических факторов.

В теории приняты следующие допущения: в рассматриваемом однородном положительном столбе разряда на постоянном токе отсутствуют страты и катафорез; усреднённые характеристики разряда мощность излучения, градиент потенциала и т. д. мало отличаются от аналогичных характеристик на переменном токе; возбуждается и ионизируется только металлический тар; инертный газ служит для обеспечения условий диффузии для всех частиц, участвующих в разряде; концентрация нейтральных атомов и температура газа постоянны по всей длине трубки; плазма столба в целом электронейтральна; распределение электронов по энергиям - максвелловское; движение электронов и ионов к стенкам описывается уравнением амбиполярной диффузии.

Условие существования разряда имеет вид:

$$D_a \Delta n_e + \nu_i n_e = 0, \quad (1)$$

где D_a , - коэффициент амбиполярной диффузии; n_e - концентрация электронов; ν_i - количество ионизации, приходящихся на один атом и один электрон в единицу времени. Обозначая

$$\Lambda^2 = D_a / \nu_i, \quad (2)$$

получаем:

$$\Lambda^2 \Delta n_e + n_e = 0. \quad (3)$$

Уравнение (3) определяет характеристическую диффузионную длину Λ , с помощью которой из (2) можно определить температуру электронов. Характеристическая диффузионная длина зависит от размеров трубки. В [1] считается, что эквивалентными разрядными трубками являются трубки, отличающиеся поперечным сечением, но имеющие одну и ту же величину Λ . Уравнение (3) известными методами может быть решено для простейшей формы сечения разрядной трубки.

Далее Кайлесс устанавливает зависимость относительной мощности резонансного излучения разряда в эквивалентной разрядной трубке, имеющей прямоугольную, двояковогнутую, эллиптическую формы, от геометрических факторов. За эквивалентную разрядную трубку принята трубка круглого поперечного сечения. Выход резонансного излучения определяется выражением:

$$W = Z_e U_a n \int n_e ds \quad (4)$$

где Z - число переходов атомов из нормального состояния в возбужденное за счет соударения с электронами; e - заряд электрона; U_a - потенциал возбуждения резонансного уровня; n - концентрация нейтральных атомов.

Автор работы [1], вводя безразмерные величины:

$$J = \frac{1}{S} \int N ds, \quad N = \frac{n_e}{n_0}, \quad K = \frac{S}{\Lambda^2}, \quad (5)$$

уравнение (4) записывает в виде:

$$W = JK\theta, \quad (6)$$

где $\theta = eU_a n n_0 Z D_a / v_i$ - максимальная величина n_e .

Отношение W к выходу резонансного излучения в эквивалентном разряде эквивалентной круглой трубки W_k согласно [1] равно:

$$W/W_k = JK\theta / J_k K_k \theta_k. \quad (7)$$

На основе определения эквивалентных разрядов в эквивалентных трубках $\Lambda^2 = D_a / v_i = const.$

Это дает выражение для относительной мощности резонансного излучения эквивалентных разрядов:

$$H = W/W_k = JK/J_k K_k. \quad (8)$$

или

$$J_1 = J/J_k, \quad K_1 = K/K_k.$$

Здесь K_1 - величина, пропорциональная относительной площади поперечного сечения эквивалентной трубки, J_1 - величина, определяющая степень заполнения плазмой площади.

Исследования, проведенные Кайлессом, показали, что продольный градиент напряжения для всех эквивалентных разрядов один и тот же. Для трубок с прямоугольным сечением выход резонансного излучения будет тем больше, чем более плоской будет трубка. Степень заполнения трубки плазмой остается всегда одной и той же, т. е. $J = const.$

Теория эквивалентных разрядов Кайлесса применима также к натриевым лампам низкого давления желобкового типа.

Разряд в трубках натриевых ламп низкого давления происходит в смеси инертный газ – пары натрия. Средний свободный пробег электронов и ионов при давлениях неона 133 Па-1,33 кПа много меньше, чем радиус разрядной трубки. Инертный газ в разряде практически не возбуждается и не ионизируется [1], благодаря чему создаются диффузные условия разряда.

Основными процессами при диффузионном режиме разряда является ионизация нейтральных атомов натрия и рекомбинация электронов и ионов на стенках диэлектрической оболочки трубки вследствие амбиполярной диффузии.

Рекомбинация заряженных частиц в объеме плазмы мала. В трубках с серповидной формой поперечного сечения обеспечивается практически равномерное распределение натрия в процессе работы лампы.

Принимая приведенные допущения, можно рассчитать мощность излучения эквивалентных разрядов.

Мощность излучения эквивалентных разрядов в трубках с цилиндрической и прямоугольной формами поперечного сечения

Установим зависимость относительного выхода резонансного излучения эквивалентных разрядов, происходящих в параллелепипеде и круговом цилиндре, от геометрических факторов применительно к разрядным трубкам желобкового типа [3]. В отличие от работы Кайлесса, в которой проведено сравнение мощностей эквивалентных разрядов для плоских сечений, рассмотрим общий случай. Полученные результаты совпадают с данными Кайлесса в случае, когда длины цилиндра и параллелепипеда равны.

Разрядная трубка состоит из чередующихся по длине участков (рис. 1). Установим зависимость относительного выхода резонансного излучения на-триевого разряда, происходящего в эквивалентной разрядной трубке прямоугольного сечения для участка (А, А), от геометрических факторов. За эквивалентную разрядную трубку примем трубку круглого сечения.

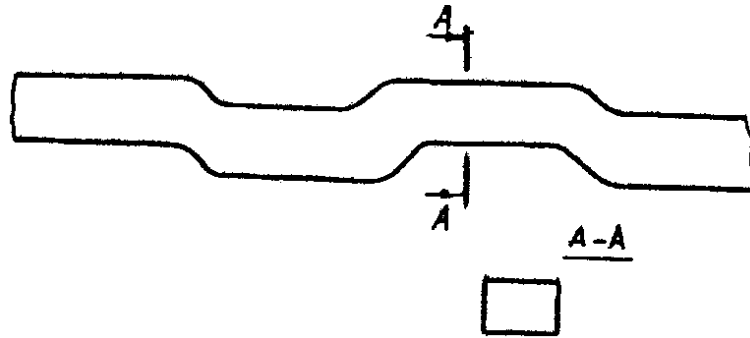


Рисунок 1.

Найдем решение уравнения (3) для участка (А, А) разрядной трубки (рис. 2), представляющего собой прямой параллелепипед. В декартовой системе координат уравнение (3) имеет вид:

$$\frac{\partial^2 n_e}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 n_e}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 n_e}{\partial z^2} + \frac{1}{\Lambda_{\Pi}^2} n_e = 0. \quad (9)$$

Решением данного уравнения, удовлетворяющим следующим граничным условиям:

$$n_e = 0, \text{ при } \begin{cases} x = \pm e/2 \\ y = \pm m/2 \\ z = \pm h_n/2 \end{cases} \quad n_e = n_0, \text{ при } \begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

является:

$$n_e = n_0 \cos \frac{\pi}{e} x \cos \frac{\pi}{m} y \cos \frac{\pi}{h_n} z.$$

или

$$N_n = \frac{n_e}{n} = \cos \frac{\pi}{e} x \cos \frac{\pi}{m} y \cos \frac{\pi}{h_n} z.$$

Характеристическая диффузионная длина Λ_{Π} определяется из (9) путем подстановки в него $\partial^2 N_n / \partial x^2$, $\partial^2 N_n / \partial y^2$, $\partial^2 N_n / \partial z^2$.

Откуда

$$\Lambda_{\Pi} = lmh_n / \sqrt{m^2 h_n^2 + l^2 h_n^2 + l^2 m^2}. \quad (10)$$

Далее найдем решение уравнения (3) для цилиндра с осевой симметрией. Уравнение (3) в цилиндрической системе координат имеет вид:

$$\frac{\partial^2 n_e}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial n_e}{\partial r} + \frac{\partial^2 n_e}{\partial z^2} + \frac{1}{\partial_k^2} n_e = 0, \quad (11)$$

где r - текущий радиус.

Решением уравнения, удовлетворяющим заданным граничным условиям:

$$n_e = n_0, \text{ при } \begin{cases} r = 0 \\ z = 0 \end{cases}; n_e = 0, \text{ при } \begin{cases} z = \pm h/2 \\ r = R \end{cases},$$

является выражение:

$$n_e = J_0(2,4 r/R) n_0 \cos \frac{\pi}{h} z,$$

или

$$N = J_0(2,4 r/R) \cos \frac{\pi}{h} z. \quad (12)$$

Характеристическая диффузионная длина Λ_k будет равна:

$$\Lambda_k = \sqrt{D_a} / \sqrt{\mathbf{v}_i} = h_{ц} 2 / \sqrt{(\pi R)^2 + (2,4 h_{ц})^2} \quad (13)$$

Определим степень заполнения рассматриваемого объема разрядной трубки $J = J_n / J_k$.

Согласно (5) степень заполнения плазмой прямого параллелепипеда равна:

$$J_n = \frac{1}{mlh} \int_{-h/2}^{h/2} dz \int_{-l/2}^{l/2} dx \int_{-m/2}^{m/2} N_n dy = \frac{8}{\pi^3} = 0,258 \quad (14)$$

Определим теперь степень заполнения плазмой объема V цилиндра:

$$J_k = \frac{1}{\pi R^2 h_{ц}} \int_{-h_{ц}/2}^{h_{ц}/2} dz \int_0^R \cos \frac{\pi}{h_{ц}} z J_0(2,4 r/R) 2\pi r dr = 0,276. \quad (15)$$

Таким образом, искомая величина J равна:

$$J = J_n / J_k = \frac{0,258}{0,276} = 0,934. \quad (16)$$

Условием эквивалентности разрядов является $\Lambda_{\Pi} = \Lambda_k = const$ или с учетом (10) и (13):

$$\frac{lmh_n}{\pi \sqrt{(mh_n)^2 + (lh_n)^2 + (lm)^2}} = \frac{h_{ц} R}{\sqrt{(\pi R)^2 + (2,4 h_{ц})^2}}. \quad (17)$$

Для случая, когда длины h'_c , h'_n цилиндра и прямого параллелепипеда равны, условие (17) примет вид:

$$R/2,4 = lm/\pi\sqrt{l^2 + m^2} \quad (18)$$

где

$$\Lambda_k = R/2,4; \Lambda_{\Pi} = l_m/\pi\sqrt{l^2 + m^2}$$

Принимая $R=1$, получим, что

$$1/2,4 = \frac{l_m}{\pi\sqrt{l^2 + m^2}} \quad (19)$$

Принимая $m_1=2,000$; $m_2=2,570$; $m_3=4,000$; из уравнения (19) получим определенные значения высоты l эквивалентного разряда в прямом параллелепипеде (рис. 2), т. е. $l_1 = 1,727$; $l_2 = 1,517$; $l_3 = 1,3820$.

Относительная мощность резонансного излучения, генерируемого эквивалентным разрядом в цилиндрической трубке, равна:

$$H=JK; \text{ но } J=J_n/J_k=0,934; K=K_n/K_k=ml/\pi R^2,$$

следовательно,

$$H=0,934ml/\pi R^2_0 \quad (20)$$

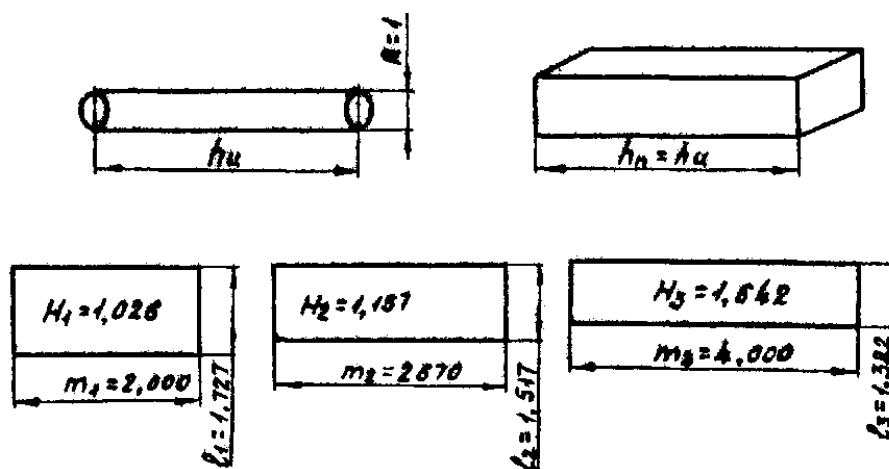


Рисунок 2.

Далее для заданных ранее значений m_1 , m_2 , m_3 определим по формуле (20) H_1 , H_2 , H_3

$$H_1 = 0,934m_1l_1/\pi R^2 = 0,934 \cdot 2 \cdot 1,727/3,144 \cdot 1 = 1,026,$$

$$H_2 = 0,934m_2l_2/\pi R^2 = 0,934 \cdot 2,57 \cdot 1,517/3,144 \cdot 1 = 1,157,$$

$$H_3 = 0,934m_3l_3/\pi R^2 = 0,934 \cdot 4 \cdot 1,382/3,144 \cdot 1 = 1,642.$$

Из полученных результатов следует, что при одинаковых длинах h_y цилиндра и h_n прямого параллелепипеда (рис. 2) мощность генерируемого эквивалентным разрядом резонансного излучения на единицу длины тем больше, чем больше отношение m/l . Степень заполнения плазмой разрядной трубки с прямоугольным сечением остается постоянной. Вычисленные по формуле (20) значения H совпадают с результатами, приводимыми в работе Кайлесса [1].

Рассмотрим случай, когда длина цилиндра $h_{ц}$ не равна h_n .

Условие эквивалентности разрядов (17) для случая, когда $R = 1, h_{ц}=2$, имеет вид:

$$\frac{lmh_n}{\pi\sqrt{(mh_n)^2+(lh_n)^2+(lm)^2}} = 0,348 \quad (21)$$

Принимая $h_{п1} = 2; h_{п2} = 3; l_{n1}=2; l_{n2} = 1,5; l_{n3}=1$, из выражения (21) находим

$$m_{п1}=1,703; m_{п2} = 1,870; m_{п3}=2,131.$$

Отношение мощностей резонансного излучения, генерируемого эквивалентным разрядом в прямом параллелепипеде, и эквивалентного разряда в круговом цилиндре, равно:

$$H'_1 = 0,934 \frac{m_{п2} l_{n2} h_{n2}}{\pi R^2 h_{ц}} = 0,934 \frac{1,703 \cdot 2 \cdot 2}{3,144 \cdot 1 \cdot 1} = 1,012,$$

$$H'_2 = 0,934 \frac{m_{п1} l_{n1} h_{n1}}{\pi R^2 h_{ц}} = 0,934 \frac{1,870 \cdot 1,5 \cdot 3}{3,144 \cdot 1 \cdot 1} = 1,249,$$

$$H'_3 = 0,934 \frac{m_{п3} l_{n3} h_{n3}}{\pi R^2 h_{ц}} = 0,934 \frac{2,131 \cdot 1,4 \cdot 1}{3,144 \cdot 1 \cdot 1} = 1,265.$$

Таким образом, мощность резонансного излучения для трубки прямоугольного сечения, выраженная через мощность излучения, генерируемого эквивалентным разрядом в трубке цилиндрической формы, для случая, когда $h_y=h_n$, имеет вид:

$$W'_п = W_k \cdot 0,934 ml / \pi R^2. \quad (22)$$

Мощность резонансного излучения, генерируемого эквивалентного разряда, будет тем больше, чем более сплющено поперечное сечение. Полученные результаты согласуются с данными, приведенными Кайлессом в [1].

Для случая, когда длина цилиндра не равна длине параллелепипеда, выражение для W_n примет вид:

$$W'_п = 0,934 W_k ml h_{п} / \pi R^2 h_{ц}. \quad (23)$$

Условием выполнения эквивалентности разрядов является в данном случае равенство (18).

Согласно расчетным данным мощность резонансного излучения тем больше, чем длиннее желоб (рис. 3). Однако длина желоба ограничивается

миграцией натрия.

Рассчитав W_k для разрядной трубки круглого сечения единичной длины, можем выполнить расчет мощности резонансного излучения для трубки некруглого сечения по формуле (23). Величина плотности разрядного тока при этом пропорциональна геометрическому фактору.

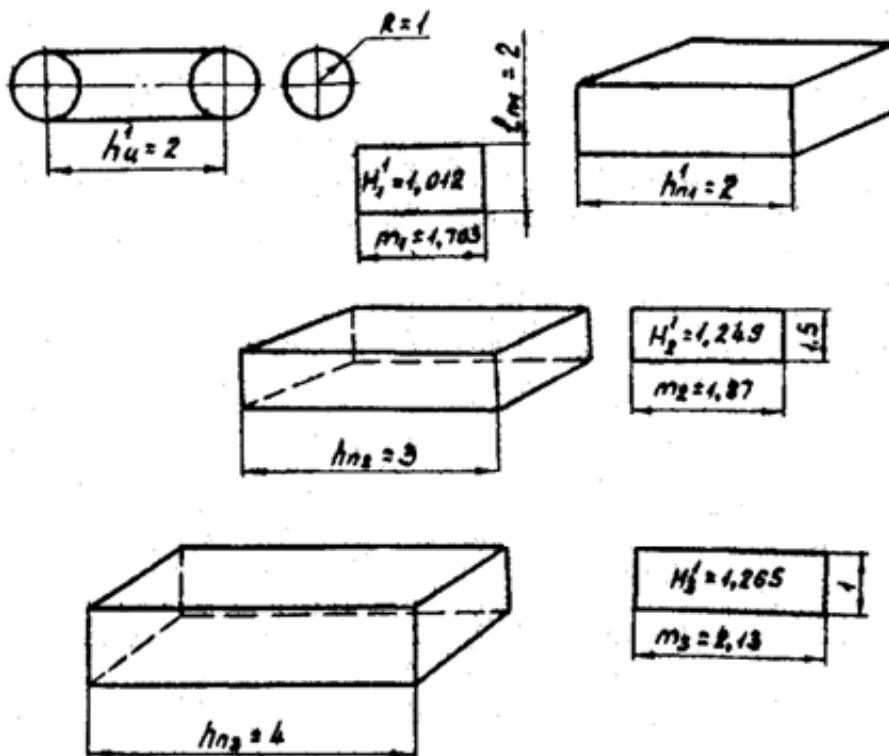


Рисунок 3.

Мощность излучения натриевого разряда в трубках с серповидной формой сечения

Рассмотренная теория эквивалентных разрядов и полученные соотношения (22) и (23) позволяют определить мощность резонансного излучения для разрядной трубки серповидного сечения. Рассмотрим два возможных случая расчета мощности излучения разряда.

Случай I. Дана трубка с серповидной формой поперечного сечения (рис. 4). Серповидную форму сечения разрядной трубки заменим прямоугольной, равной ей по площади с высотой прямоугольника $l = R$ и длиной m (рис. 4):

$$m = S_c / R,$$

где S_c - площадь серповидного сечения.

Из условия (18) эквивалентности разрядов в случае равенства длин цилиндра $h_{ц}$ и h_n прямого параллелепипеда определяем радиус эквивалентной разрядной трубки.

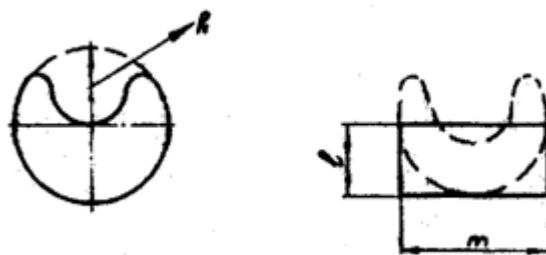


Рисунок 4.

По заданным температуре стенки разрядной трубки, определяющей давление насыщенных паров натрия, давлению инертного газа, силе разрядного тока вычисляем для эквивалентного разряда в трубке круглого сечения $R=R_0$, температуру электронов, их концентрацию, мощность резонансного излучения.

Искомая мощность резонансного излучения для разрядной трубки с серповидной формой поперечного сечения определится по формуле (22):

$$W_c = 0,934W_k ml / \pi R^2_{\text{э}} = 0,934W_k S_n / S_k.$$

Градиент потенциала эквивалентных разрядов в данном случае одинаков, а сила разрядного тока в трубке круглого сечения должна быть уменьшена на величину $\pi R^2_{\text{э}} / ml$.

Случай II. Если задан участок трубки с серповидной формой, поперечного сечения, длина желоба которого равна h_n (рис. 6), то можно рассчитать длину $h_{\text{ц}}$ эквивалентной цилиндрической трубки радиуса R , равного радиусу описанной около серповидного сечения окружности. Далее для трубки радиуса R и длины $h_{\text{ц}}$ рассчитывают параметры разряда, после чего находят искомую мощность резонансного излучения трубки с серповидной формой сечения, длина желоба которой h_n .

Для вычисления $h_{\text{ц}}$, как и в предыдущем случае, серповидную форму поперечного сечения разрядной трубки заменяют прямоугольной, равной ей по площади, с высотой прямоугольника $l = R$ и шириной m (рис. 5).

По заданным l , m , h_n , R определяют $h_{\text{ц}}$ по формуле, полученной из (17):

$$h_{\text{ц}} = \frac{\pi l m h_n R}{\sqrt{\pi^2 R^2 [(m h_n)^2 + (l h_n)^2 + (l m)^2] - (l m h_n \cdot 2,4)^2}}. \quad (24)$$

Теперь для цилиндрической разрядной трубки, длина которой $h_{\text{ц}}$, вычисляют параметры разряда. Искомая мощность резонансного излучения в трубке с серповидной формой поперечного сечения и длиной желоба определится по формуле (23). Применительно к указанному случаю она равна:

$$W_c = 0,934 \cdot W_{\text{ц}} m l h_n / \pi R^2 h_{\text{ц}}. \quad (25)$$

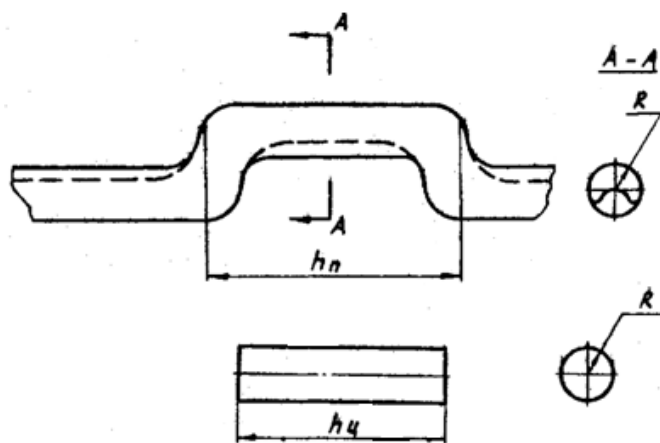


Рисунок 5.

Экспериментальная установка и методика измерений

Схема установки для исследования влияния геометрии разрядной трубки на мощность резонансного излучения натриевого разряда представлена на рис. 6. Разрядная трубка 1 желобкового типа переменного поперечного сечения помещается внутри термостата 2. Трубка длиной $5 \cdot 10^{-1}$ м содержит области с круглым прямоугольным и серповидным поперечными сечениями. Она наполнена неонам до давления 1,3 кПа. К электродам трубки прикладывается плавно регулируемое напряжение частотой 50 Гц. Контроль температуры трубки осуществляется термопарой 3.

Мощность излучения натриевого разряда, пропорциональная световому потоку, регистрируется при помощи фотоэлемента 4 типа СФ-25. Фотоэлемент для исключения засветки снабжен тубусом, в котором расположен светофильтр. В конструкции установки предусмотрено перемещение фотоэлемента вдоль продольной оси разрядной трубки, что позволяет определять мощность излучения разряда различных ее участков.

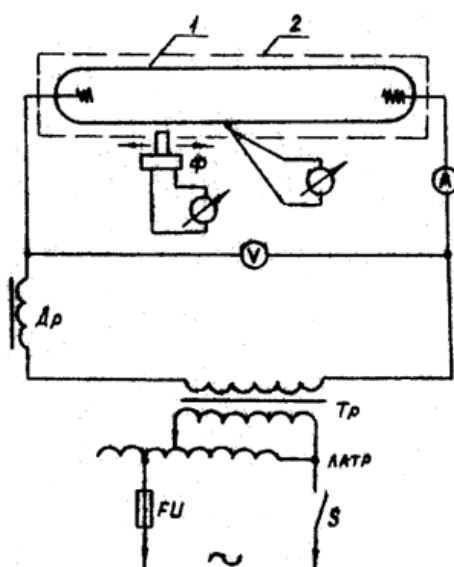


Рисунок 6. - Схема установки для исследования влияния геометрии трубки на мощность излучения натриевого разряда:

1 – разрядная трубка; 2 – термостат; 3 - термопара; 4 – фотоэлемент.

Для проведения измерений в сеть включается нагреватель термостата. При достижении трубкой температуры 160°C в ней возбуждается разряд. Измерения мощности излучения проводятся в установившемся режиме при температуре трубки 260°C .

Время установления стационарного режима натриевого разряда составляет 15 минут. Ток разряда при измерениях мощности излучения на участках трубки с цилиндрической формой устанавливается равным $0,4\text{ A}$.

Разрядный ток I_H , протекающий в плазме на участках трубки с круглым поперечным сечением связан с током I_K на участках трубки с круглым поперечным сечением соотношением:

$$I_H = I_K S_H / \pi R^2, \quad (26)$$

S_H - площадь трубки с некруглым поперечным сечением.

Измерения мощности излучения на рассматриваемых участках трубки проводятся по 5 раз, затем для получения достоверных результатов полученные данные усредняются.

Упражнения

1. Для участка разрядной трубки, имеющего форму цилиндра диаметром $2,1\text{ cГ}^2\text{ м}$, рассчитать размеры поперечного сечения эквивалентной трубки прямоугольного сечения, используя условие (18). Расчет выполнить для значений $m=l$ и $m=l/2$.

2. Экспериментально определить мощности излучения натриевого разряда; протекающего на эквивалентных участках трубок в цилиндрической и прямоугольной полостях. Измерения проводить при температуре трубки 260°C . Найденные значения мощности излучения сопоставить с расчетными.

3. Для участка трубки серповидной формы поперечного сечения площадью $1,1 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2$ и радиусом описанной около сечения окружности $R=8 \cdot 10^{-3}\text{ м}$ найти радиус эквивалентной цилиндрической трубки. Для эквивалентных разрядов рассчитать мощность их излучения.

4. Экспериментально определить мощности излучения натриевого разряда, излучаемого эквивалентными полостями трубок с серповидной и цилиндрической формами поперечного сечения. Сравнить полученные результаты измерений с данными расчета.

Литература

1. Cayless, M. A. Production of resonans in discharge tubes of non circular cross-section / M. A. Cayless // Brit. Journ. of applied physics. - 1960. - №11. - P. 492-497.
2. Weston, R. F. High output sodium lamps / R. F. Weston // Electrical Times, 1959. - №5. - P. 719-722.
3. Свешников, В. К. Вопросы расчета газоразрядных прямых натриевых ламп / В. К. Свешников // Материалы конференции молодых ученых, Мордовский госуниверситет. – Саранск. – 1974. - С. 104-105.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ КРИСТАЛЛОВ ADP С ПРИМЕСЬЮ ИОНОВ СУЛЬФАТА, ВЫРАЩЕННЫХ СТАТИЧЕСКИМ И ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДАМИ

Ю. А. Маскаев, А. М. Шикин

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

В работе исследовано влияние методов выращивания монокристаллов ADP, на поведение удельной электропроводности образцов X и Z срезов в постоянном электрическом поле с напряжением до 3,5 кВ и нагреве от 30 до 100 ОС. Сделана попытка оценить энергию активации носителей тока в указанном температурном интервале.

Ключевые слова и фразы: удельная электропроводность, статический и динамический методы выращивания, энергия активации.

Кристаллы ADP, из которых вырезались образцы для измерений, выращивались двумя методами на затравочных кристаллах в виде пластин, вырезанных из беспримесных кристаллов нормально оси 4-го порядка (Z-срез). Первый метод – статический метод концентрационной конвекции при комнатной температуре, предложенный А. В. Белюстиным [1], второй – метод понижения температуры раствора в диапазоне 45–40 °С при его перемешивании над затравкой, помещенной на дно кристаллизатора [2, 3].

Образцы для измерений вырезались в виде пластин толщиной 3 мм нормально осям 4-го и 2-го порядка (Z-срез и X-срез соответственно) из выращенных кристаллов, не содержащих видимых включений раствора. В качестве материала электродов использовалась водная суспензия мелкодисперсного графита.

Постоянное напряжение в интервале 500-3500 В подавалось на образцы от стабилизированного высоковольтного источника тока ВС-23 через ограничительный резистор номиналом 820 кОм, защищающий выход источника тока и вход вольтметра при пробое образца. Определение тока, протекающего через образец, производилось по измерению напряжения цифровым интегрирующим вольтметром В2-23 на образцовом резисторе сопротивлением 20 кОм, подобранном с точностью 1 %, включенном в общий провод измерительной цепи.

Расчет удельной электропроводности производился по формуле

$$\sigma = \frac{d}{S} \cdot \frac{U_1}{R_1(U - U_1) - U_1 R_{ОГР}},$$

где d – толщина образца, м;
 S – площадь электродов, м²;

U_1 – напряжение на измерительном резисторе, В;

U – напряжение на выходе источника тока, В;

R_1 – сопротивление образцового резистора, Ом;

$R_{огр}$ – сопротивление ограничительного резистора, Ом.

Измерение удельной электропроводности беспримесных кристаллов при комнатной температуре показали что имеет место ее анизотропия, но в интервале напряжений до 3500 В изменения весьма незначительны. Электропроводность образцов X-среза в три раза ниже электропроводности образцов Z-среза ($\sim 0,7 \cdot 10^{-10}$ Ом $^{-1}$ см $^{-1}$ для X-среза и $\sim 0,22 \cdot 10^{-9}$ Ом $^{-1}$ см $^{-1}$ для Z-среза), как показано на рис. 1.

Это достаточно хорошо согласуется с данными Мэзона [4], но она почти на порядок выше, чем по данным Локшина [5], который приводит значе-

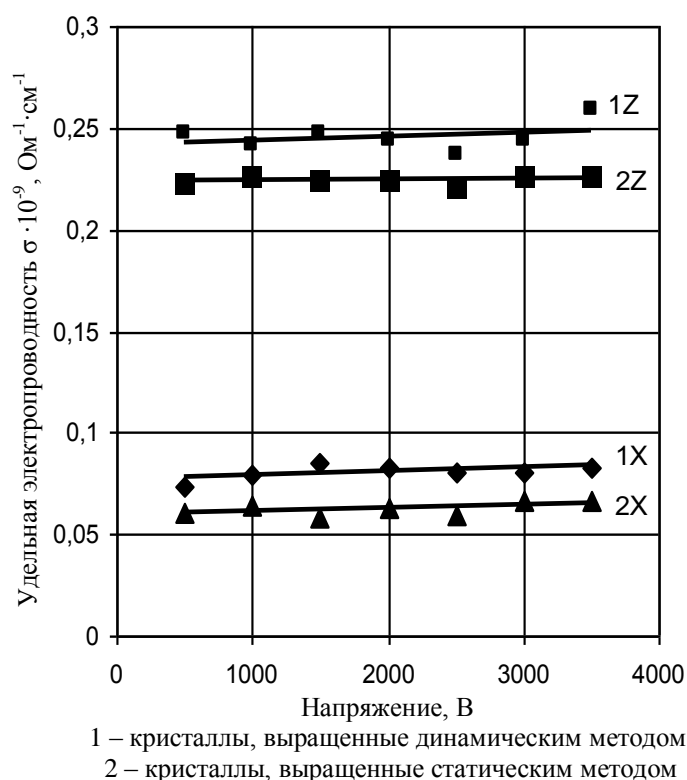


Рисунок 1. – Зависимость удельной электропроводности от напряжения для беспримесных кристаллов ADP, выращенных разными методами (X и Z срезы).

ние около $1 \cdot 10^{-10}$ Ом $^{-1}$ см $^{-1}$.

Однако, тот же Локшин указывает, что удельная электропроводность кристаллов группы KDP, выращенных разными методами отличается.

Так кристаллы, выращенные скоростным методом в Московском государственном университете на точечных затравках, имели удельную электропроводность около $0,2 \cdot 10^{-10}$ Ом $^{-1}$ см $^{-1}$ для X-среза и $2,5 \cdot 10^{-10}$ Ом $^{-1}$ см $^{-1}$ для Z-среза, тогда как кристаллы, выращенные также скоростным (но другим) в Нижегородском государственном университете имели практически одинаковую электропроводность (около $0,25 \cdot 10^{-10}$ Ом $^{-1}$ см $^{-1}$) по всем трем кристаллографическим осям.

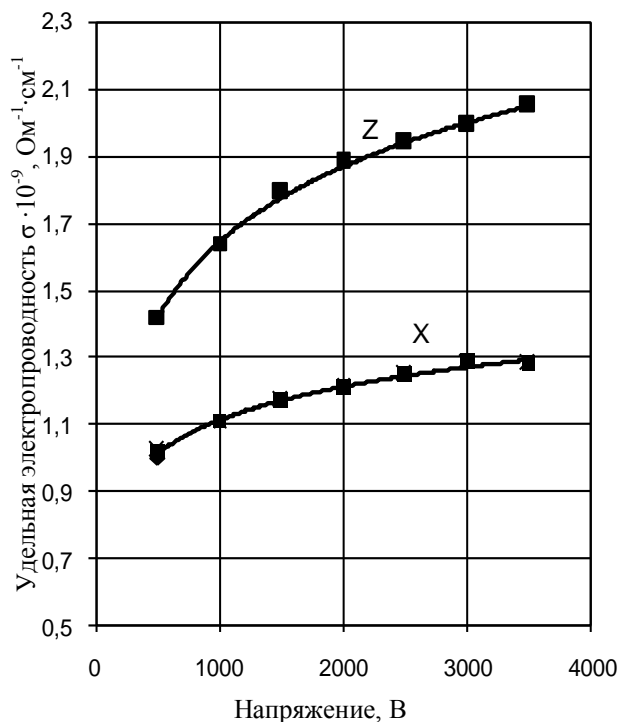


Рисунок 2. – Зависимость удельной электропроводности от напряжения для кристаллов, выращенных динамическим методом из раствора, содержащего 0,2 г-моль/л ионов сульфата (X и Z срезы).

Таким образом, можно полагать, что электропроводность беспримесных кристаллов ADP обусловлена не только вакантными водородными связями (L-дефектами), но и влиянием микропримесей, как анионных, так и катионных, в использованных нами исходных солях, которые имели недостаточно высокую чистоту [6]. Также некоторое влияние на электропроводность оказал выбор метода выращивания. Для кристаллов, выращенных статическим методом удельная электропроводность хотя и незначительно, но меньше для обоих срезов, что говорит о меньшем количестве дефектов при статическом выращивании.

Аналогичные измерения для кристаллов легированных сернокислым аммонием в количестве 0,2 г-моль/л в растворе показали заметную зависимость электропроводности от напряжения. Так на рисунке 2 приведены зависимости удельной электропроводности от напряжения соответственно для Z и X -срезов. Легко видеть, что для обоих срезов электропроводность увеличивается с увеличением приложенного напряжения, что может свидетельствовать об активизации носителей тока при увеличении напряжения. Увеличение электропроводности примесных кристаллов от напряжения носит логарифмический характер.

Аналогичные результаты известны в литературе [4], где указывается, что введение ионов сульфата увеличивает электропроводность на два порядка. Увеличение электропроводности в интервале от 500 до 3500 В для образцов X и Z-срезов практически одинаково и составляет около одного порядка. Данные результаты дают возможность полагать, что электропроводность кристаллов определяется ионами сульфата, которые достаточно легко активи-

визируются при сравнительно невысоких напряжениях, причем для образцов Z-среза увеличение приложенного напряжения быстрее повышает электропроводность по сравнению с X-срезом.

Дополнительную информацию о поведении носителей тока дает зависимость логарифма электропроводности от обратной термодинамической температуры [7], которая имеет вид

$$\sigma = A_1 \exp\left(-\frac{W_1}{kT}\right) + A_2 \exp\left(-\frac{W_2}{kT}\right),$$

где первое слагаемое обусловлено собственной проводимостью кристалла, а второе – примесной проводимостью. График этой зависимости в координатах $\lg \sigma = f(1/T)$ имеет вид двух спадающих прямых с разным углом наклона и общей точкой перегиба.

Поскольку каждый из двух участков описывается соотношением

$$\sigma = A \exp\left(-\frac{W}{kT}\right),$$

где W – энергия активации носителей, то после логарифмирования для двух точек прямой $\lg \sigma = f(1/T)$ можно получить выражение для энергии активации носителей:

$$W = \frac{kM(\lg \sigma_1 - \lg \sigma_2)}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)},$$

где k – постоянная Больцмана;

$M = 2,3$ – модуль перехода от натурального логарифма к десятичному;

σ – удельная электропроводность;

T – термодинамическая температура.

Измерение электропроводности примесных кристаллов показало, что для образцов Z-среза кристаллов, выращенных из раствора, содержащего 0,2 г-моль/л примеси ионов сульфата происходит увеличение проводимости на порядок (рис. 3) для кристаллов независимо от использованного метода выращивания.

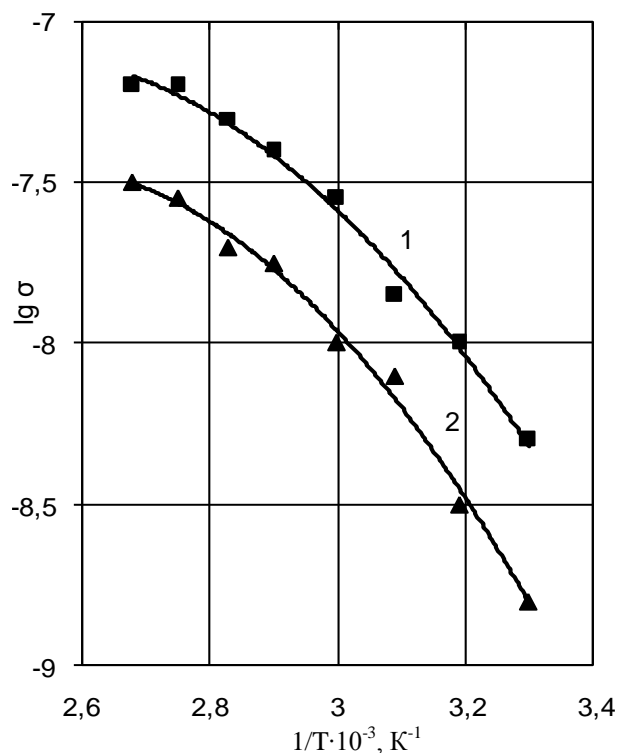
Кроме того, в области температур около 60 °С появляется отклонение зависимости от линейной, что говорит о появлении при повышении температуры проводимости, обусловленной другими носителями, чем при комнатной температуре.

Зависимость удельной электропроводности от температуры приобретает вид

$$\sigma = A_1 \exp\left(-\frac{W_1}{kT}\right) + A_2 \exp\left(-\frac{W_2}{kT}\right).$$

В области температур 30–60 °С по нашим оценкам энергия активации носителей $W \approx 0,6$ эВ, что близко к данным [4]. К сожалению, оценить энергию активации носителей при температуре, близкой к 100 °С, по измеренной зависимости затруднительно, так как аппроксимировать кривую двумя линейными участками в нашем случае можно лишь весьма приблизительно, хо-

тя видно, что при температуре, близкой к 100 °С энергия активации становится меньше, чем при температурах, близких к комнатной.



1 – кристаллы, выращенные динамическим методом;
2 – кристаллы, выращенные статическим методом.

Рисунок 3. – Зависимость логарифма удельной электропроводности от обратной температуры для Z-среза кристаллов ADP, выращенных из раствора с примесью 0,2 г-моль/л ионов сульфата

Результаты работы могут быть использованы при постановке лабораторного практикума по курсу «Физика твердого тела».

Литература

1. Белюстин, А. В. Метод выращивания кристаллов из растворов в статических условиях / А. В. Белюстин, Н. С. Степанова // Кристаллография. Вып. 5. – 1965, Т.10. – С. 743–744.
2. Yokotani, A. Solution Growth of Large KDP Crystals by Rotating Fluid Method / A. Yokotani, H. Koide, K. Yamamuro, T. Sasaki, T. Yamanaka // Technology Reports of the Osaka University, 1983, V. 33. – № 1721. – P. 301.
3. Колдобская, М. Ф. Выращивание крупных ограненных кристаллов триглицинсульфата в лабораторных условиях / М. Ф. Колдобская, И. В. Гаврилова // Рост кристаллов, Т.3. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 278–282.
4. Мезон, У. Пьезоэлектрические кристаллы и их применение в ультразвуке / У. Мезон – М.: Иностранная литература, 1952. – С. 447.
5. Локшин, Э. П. Выращивание и свойства кристаллов группы KDP. II. Зависимость оптических свойств и электропроводности кристаллов от условий выращивания / Э. П. Локшин // Кристаллография, Вып. 6. – 1996, Т. 41. – С. 1125–1134.

6. Алемайкин, Ф. М. Механизм электропроводности анионолегированных кристаллов ADP и KDP / Ф. М. Алемайкин, Г. А. Ермаков, И. С. Рез, А. М. Шикин // Сегнетоэлектрики. – Минск, 1983. – С. 106–116.

7. Желудев, И. С. Физика кристаллических диэлектриков / И. С. Желудев. – М.: Наука, 1968. – С. 447.

УДК 535

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФОРМ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Е. В. Никишин, В. Я. Гришаев

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

Предложен метод восстановления формы высокочастотного повторяющегося оптического сигнала с использованием фоторезистора и применением специального математического алгоритма. Возможности и границы метода проиллюстрированы на конкретных примерах.

Ключевые слова и фразы: оптический сигнал, фоторезистор, модель, импульс.

На сегодняшний день предъявляются исключительно высокие требования к аппаратуре, предназначенной для временных разрешений оптического сигнала, что в первую очередь обусловлено развитием оптоволоконной связи и физики лазеров. Способы восстановления оптических сигналов изложены в работах [1–3]. Нами предложен относительно простой способ получения временной развертки повторяющихся оптических сигналов, основанный на анализе электропроводности фоторезистора с омическими контактами (переменной составляющей фототока).

Для обоснования метода проведено исследование кинетики фотопроводимости при возбуждении полупроводника периодическими высокочастотными импульсами света ($g = g_0(\omega \cdot t)$, g – темп генерации носителей заряда). Полагаем, что осуществляется возбуждение зона-зона. Рассмотрен полупроводник с глубокими донорными и акцепторными центрами, концентрации которых соответственно равны N_i . На этих примесных центрах происходит рекомбинация носителей заряда. Заселённость донорных и акцепторных уровней электронами описывается функцией f_i , глубиной залегания ловушки E_i и ее параметрами [4]. Исследовались кинетические уравнения, описывающие изменение концентраций свободных носителей заряда:

$$\frac{dn}{dt} = g - A(np - n_i^2) - B_n n(np - n_i^2) - B_p p(np - n_i^2) - \sum_i [N_i \sigma_{ni} (1 - f_i) - n_i f_i], \quad (1)$$

$$\frac{dp}{dt} = g \left\langle \left[-A(pn - n_i^2) - B_n n(np - n_i^2) - B_p p(np - n_i^2) - \sum_i [N_i \sigma_{pi} (f_i - p_{li}(1 - f_i))] \right] \right\rangle$$

$$\frac{df_i}{dt} = \sigma_{ni} (n \langle -f_i \rangle - n_{li} f_i) - \sigma_{pi} \langle f_i \rangle - p_{li} \langle -f_i \rangle$$

Здесь n_{li} и p_{li} численно равны концентрации электронов и дырок, когда уровень Ферми совпадает с уровнем ловушки; σ_{ni} и σ_{pi} – вероятности захвата электронов и дырок примесными центрами i – типа, A – коэффициент межзонной рекомбинации, B_n, B_p – коэффициенты Оже-рекомбинации.

При больших частотах периодического возбуждения светом представленная выше система уравнений линеализируется, если ввести замену переменных:

$$n = \langle n \rangle + \Delta n, \quad p = \langle p \rangle + \Delta p, \quad f_i = \langle f_i \rangle + \Delta f_i \quad (2)$$

Для нахождения средних значений решается система нелинейных алгебраических уравнений:

$$\langle g \left\langle \left[-A(\langle p \rangle \langle n \rangle - n_i^2) - B_n \langle n \rangle (\langle n \rangle \langle p \rangle - n_i^2) - B_p \langle p \rangle (\langle n \rangle \langle p \rangle - n_i^2) - \sum_i [N_i \sigma_{ni} \langle n \rangle \langle -f_i \rangle - n_{li} \langle f_{ai} \rangle] \right] \right\rangle = 0$$

$$\sigma_{ni} (\langle n \rangle \langle -f_i \rangle - n_{li} \langle f_i \rangle) - \sigma_{pi} \langle p \rangle \langle f_i \rangle - p_{li} \langle -f_i \rangle = 0 \quad (3)$$

Здесь

$$\langle g(\omega t) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T g(\omega t) dt$$

Расчеты показывают: амплитуда колебаний концентраций свободных носителей заряда при больших частотах импульсов возбуждения ($\omega \tau_n \gg 1$ и $\omega \tau_p \gg 1$) не зависят от параметров полупроводника и параметров примесных центров; она определяется величиной темпа генерации, частотой импульсов света и их формой (от нее зависит коэффициент k):

$$\Delta n_0 = \Delta p_0 = \frac{k \langle g \rangle}{\omega} \quad (4)$$

Для амплитуды колебаний удельной электропроводности справедливо равенство:

$$\Delta \sigma = \frac{e \cdot k \cdot (\mu_n + \mu_p) \langle g_0 \rangle}{\omega} \quad (5)$$

Анализ функции $\Delta \sigma(\omega t)$ показал, что при больших частотах возбуждения ($\omega \tau_n \gg 1$ и $\omega \tau_p \gg 1$) восстановление переменной составляющей оптического сигнала можно осуществить используя соотношение:

$$J = \sum_i [i a_i \cos(i \omega t + \pi/2) + i b_i \sin(i \omega t + \pi/2)] \quad (6)$$

где a_i и b_i – коэффициенты разложения в ряд Фурье функции электропроводности.

$$\langle a_i \rangle = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \Delta G(\tau) \cos(i\omega\tau) d\tau \quad \langle a_i \rangle = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \Delta G(\tau) \sin(i\omega\tau) d\tau .$$

Проведем математическое моделирование восстановления временной развертки оптического сигнала, используя в качестве фотоприемника резистор, изготовленный на основе кремния.

Рассмотрим Si с двумя глубокими примесными центрами: донорным с концентрацией N_d , расположенным на глубине 0,35 эВ от потолка валентной зоны, и акцепторным с концентрацией N_a , расположенным на глубине 0,55 эВ от дна зоны проводимости.

Глубина залегания указанных центров соответствует примесным уровням золота. Полагаем, что в полупроводнике имеются также мелкие ионизированные примеси с концентрацией N_t .

Вероятности захвата электронов и дырок акцепторными и донорными центрами соответственно равны: $\sigma_{na}=1.7 \cdot 10^{-9}$, $\sigma_{pa}=1.1 \cdot 10^{-7}$, $\sigma_{nd}=6.3 \cdot 10^{-8}$, $\sigma_{pd}=2.4 \cdot 10^{-8}$ [4].

Донорные центры существенно влияют на времена жизни свободных носителей заряда. Для получения максимального быстродействия необходимо выполнение условий: $N_d < 10^{14} \text{ см}^{-3}$, $N_a > 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Для численных расчетов были взяты концентрации $N_d = 10^{13} \text{ см}^{-3}$, $N_a = 4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$.

При восстановлении формы оптического сигнала важно получить максимальную глубину модуляции электропроводности. Пока концентрация избыточных носителей заряда не превышает значений $10^{15-16} \text{ см}^{-3}$ межзонной и Оже – рекомбинацией можно пренебречь [5].

Средние значения электропроводности $\langle \sigma \rangle$ зависят от концентраций примесных центров (N_a , N_d , N_t). Нетрудно показать, что при $N_a \gg N_d$ $\langle n \rangle \gg n_{1a}$ и $\langle p \rangle \gg p_{1a}$ (последние два условия выполняются для акцепторных примесей золота) минимальное значение $\langle \sigma \rangle$ и максимальная глубина модуляции относительной удельной электропроводности равны:

$$\langle \sigma \rangle_{\min} = \frac{e \cdot g_0}{2 \cdot N_a} \cdot \left(\sqrt{\frac{\mu_n}{\sigma_{na}}} + \sqrt{\frac{\mu_p}{\sigma_{pa}}} \right)^2 \quad (7)$$

$$\delta \sigma_{\max} = \frac{\Delta \sigma}{\langle \sigma \rangle} = \frac{(\mu_n + \mu_p) N_a \cdot T}{2 \cdot \left(\sqrt{\frac{\mu_n}{\sigma_{na}}} + \sqrt{\frac{\mu_p}{\sigma_{pa}}} \right)^2} \quad (8)$$

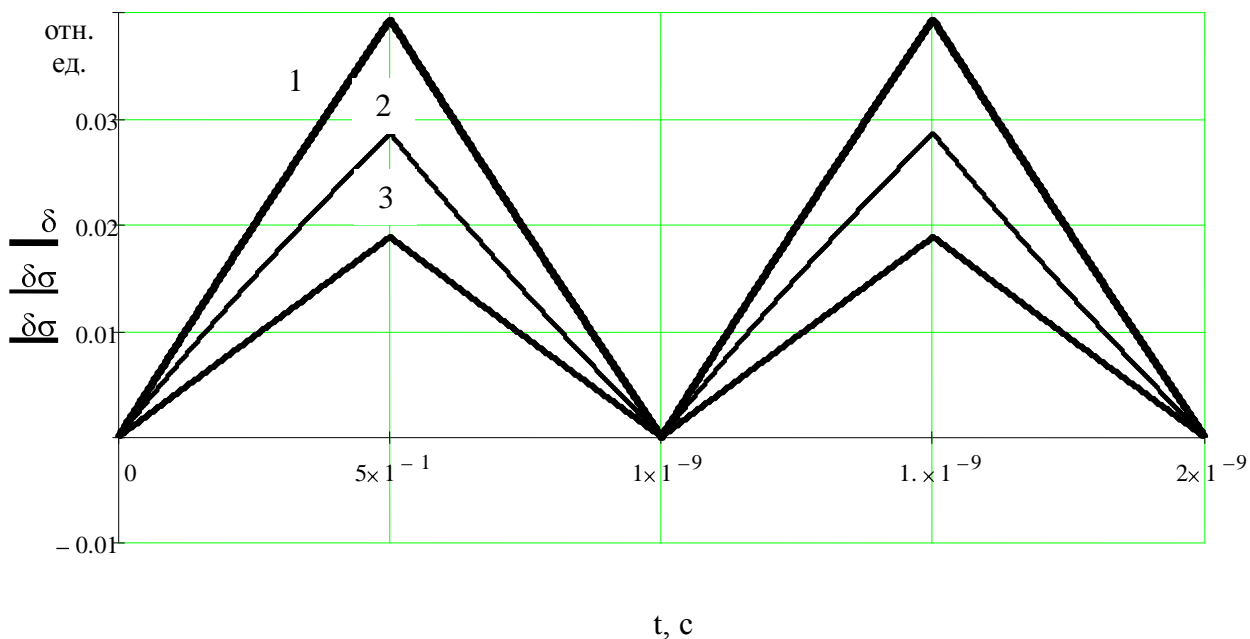


Рисунок 1. - Зависимость переменной составляющей относительной удельной проводимости от времени при возбуждении импульсами света прямоугольной формы ($N_a = 4 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $N_d = 0 \text{ см}^{-3}$, $g_0 = 10^{20} \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$): 1 – $N_t = 2,762 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$, $n_0 = 1,306 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$; 2 – $N_t = 2,248 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$, $n_0 = 10^8 \text{ см}^{-3}$; 3 – $N_t = 1,464 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $n_0 = 1,017 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$.

На рис. 1 представлены зависимости относительного изменения удельной проводимости полупроводника при возбуждении импульсами света прямоугольной формы. Кривая $\delta\sigma$ соответствует максимальной глубине модуляции.

На рис. 2 представлены зависимости интенсивности света, падающего на фотоприемник и импульсы интенсивности, восстановленные по формуле 6. Восстановление импульса проводилось по 20 гармоникам.

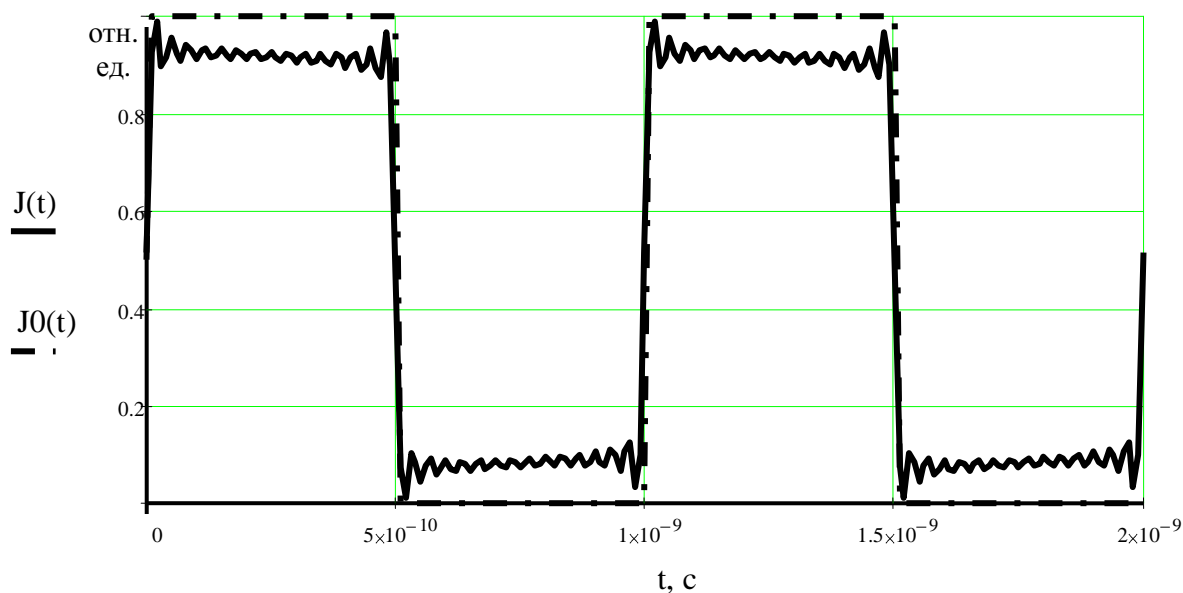


Рисунок 2. - Зависимости интенсивности света в относительных единицах от времени: $J_0(t)$ – интенсивность падающего света, $J(t)$ – переменная составляющая сигнала, восстановленного по кривой зависимости проводимости от времени.

Для сигналов, где число гармоник велико, восстановление можно провести лишь качественно. Это связано с тем, что экспериментально весьма затруднительно получить большое число гармоник электропроводности. Иная ситуация возникает, когда число гармоник светового сигнала ограничена. В качестве примера рассмотрим возбуждение полупроводника импульсами света, интенсивность которых меняется по закону:

$$J = J_0 \left[4.3 + \sum_{i=1}^6 \cos(i\omega t) + \sum_{i=1}^3 (\sin(i\omega t)) \right]. \quad (9)$$

Зависимость переменной составляющей электропроводности может быть представлена через те же гармоники, что и интенсивность падающего света и представлена на рис. 3 в относительных единицах. Форма сигнала восстановленного по кривой электропроводности и форма светового сигнала (9) представлены на рис. 4. Восстановленный сигнал практически полностью соответствует исходному. Для его получения было использовано 8 гармоник. При уменьшении частот следования импульсов света, когда $\omega\tau_n < 1$ и $\omega\tau_p < 1$ восстановление развертки во времени оптического сигнала по предложенной методике невозможно.

На рис. 5 представлены кривые оптического и восстановленного сигнала для случая, когда времена жизни носителей заряда сравнимы с периодом следования импульсов света ($\sim 10^{-7}$ с).

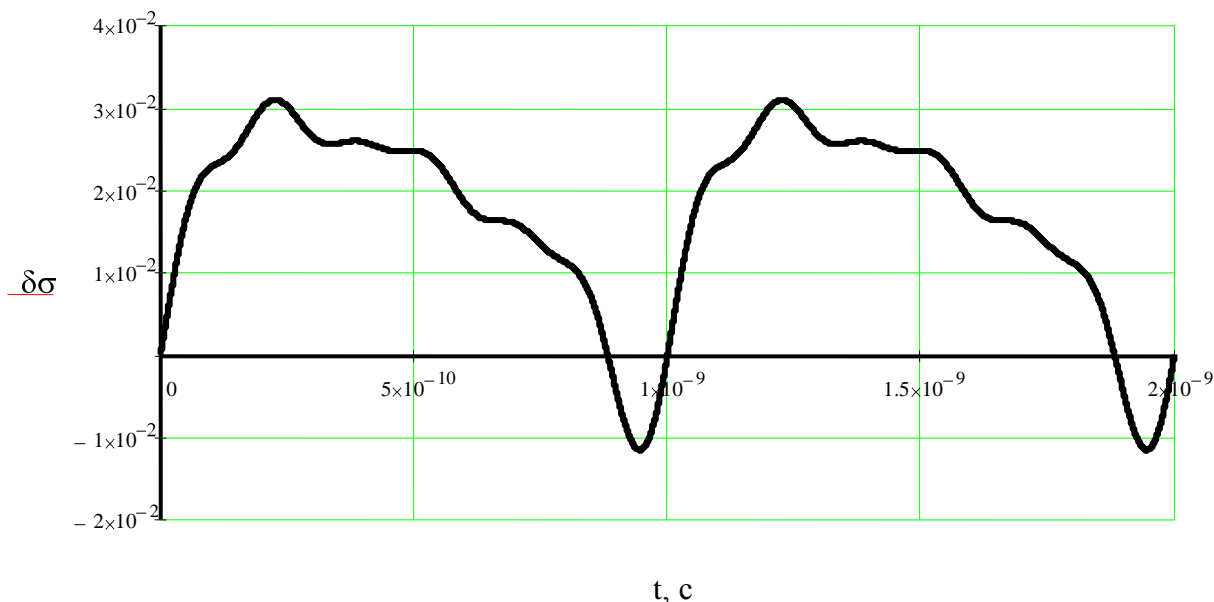


Рисунок 3. - Зависимость переменной составляющей относительной удельной проводимости от времени при возбуждении импульсами света (9).

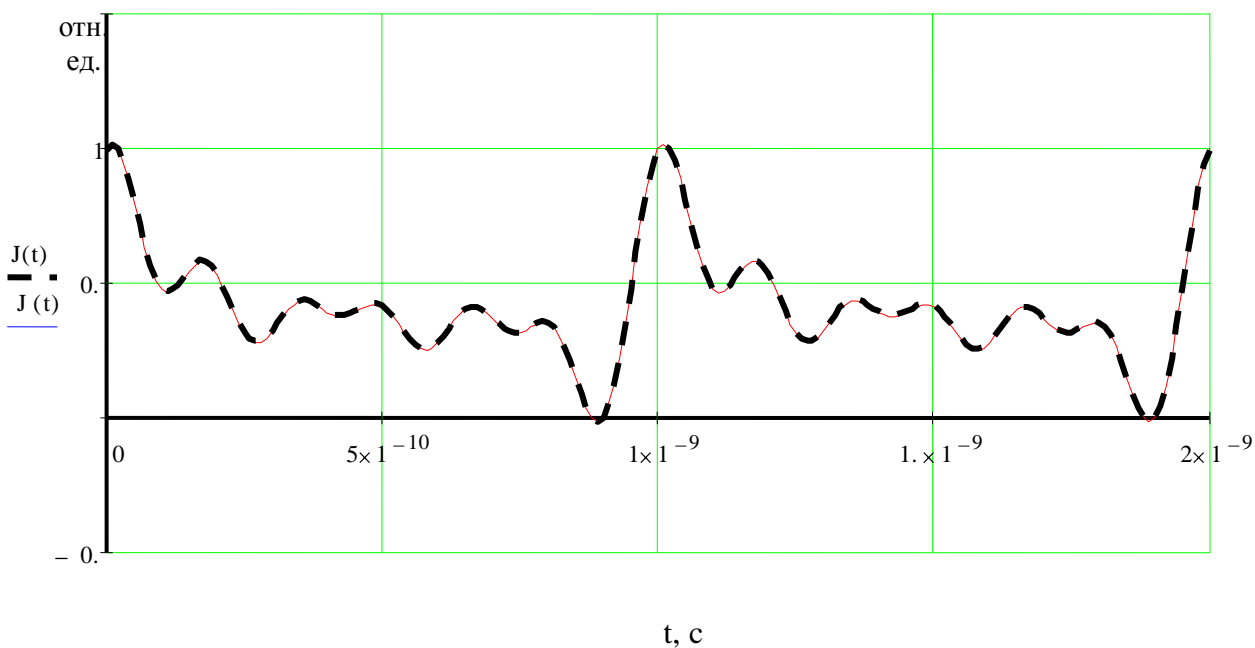


Рисунок 4. - Зависимости интенсивности света в относительных единицах от времени: $J_0(t)$ – интенсивность падающего света, $J(t)$ – переменная составляющая сигнала, восстановленного по кривой зависимости проводимости от времени.

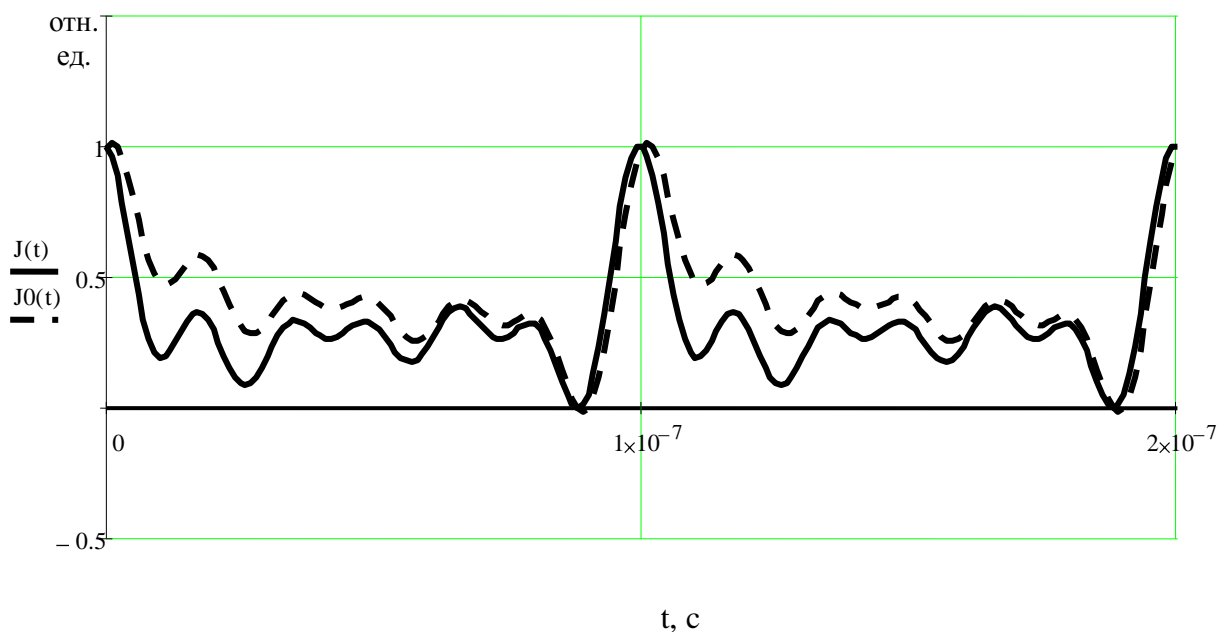


Рисунок 5. - Зависимости интенсивности света в относительных единицах от времени: $J_0(t)$ – интенсивность падающего света, $J(t)$ – переменная составляющая сигнала, восстановленного по кривой зависимости проводимости от времени.

Таким образом, восстановление отдельного оптического сигнала из серии высокочастотных импульсов можно провести, используя соотношение (6). Предварительно необходимо определить амплитуды гармоник электрического сигнала фоторезистора с не инжектирующими контактами. Предложенный метод можно использовать при выполнении условий: $\omega\tau_n \gg 1$ и $\omega\tau_p \gg 1$.

Литература

1. Коробкин, В. В. Письма в ЖЭТФ / В. В. Коробкин, А. А. Малютин, М. Я. Щелев // ЖЭТФ. - №11, 168, 1970.
2. Кузнецова, Т. И. Письма в ЖЭТФ / Т. И. Кузнецова // ЖЭТФ. - № 63, 924, 1996.
3. Кузнецова Т. И. Квантовая электроника / Т. И. Кузнецова, А. А. Малютин. № 25(6), 571, 1998.
4. Милнс, Дж. Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках / Дж. Милнс. - М.: Мир, 1977. – 260 с.
5. Савченко, А. В. / А. В. Савченко, А. П. Горбань, В. П. Костылев, И. О. Соколовский. - ФТП, № 41(3), 290, 2007.

ABSTRACTS

PEDAGOGICAL EXPERIMENT MAKARENKO: YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW

L. I. Gritsenko

Abstract. The article reveals the most important feature makarenkovskoy pedagogy - its integrative nature, based on what may permit a number of contemporary educational problems: innovation and tradition, technology and creativity, and collective identity, etc.

Keywords and phrases: Makarenkovskaya pedagogy, methodology, integration, integrity, a dialectical approach.

DEVELOPMENT OF A LUNACHARSKY IDEAL OF THE "NEW MAN": A RETROSPECTIVE VIEW

S. G. Novikov, O. S. Zabelinskaya

Abstract. The article considers the development process Lunacharsky ideal "new man" under the influence of strategy-right parties, the traditional moral ideal and the Marxist doctrine. The authors believe that this ideal has acquired a hybrid nature.

Keywords and phrases: ideal, education, educational project, the hybrid nature, the modernization of society, anthropocentrism, sotsiotsentrizm.

SITUATIONS OF CULTURAL DEVELOPMENT IN CREATIVE SELF-DEVELOPMENT OF SENIOR PUPILS

G. V. Makotrova

Abstract. The article discusses the functional role of situations of cultural development in creative self-development of senior pupils, and the laws of use of Internet for their realization.

Keywords and phrases: creativity, self-development, education, kulturotvorcheskie situation.

SIMULATION AS A COMPONENT OF COURSE ON VARIANT IN PHYSICS IN TECHNICAL COLLEGES

L. V. Maslennikova, Yu. G. Rodioshkina

Abstract. We discuss the possibility of forming concepts of the course of mathematical modeling in the study of physics at the technical college.

Keywords and phrases: model, simulation, and physical process.

BE FORMALIZED MODEL EDUCATIONAL SYSTEMS USING THE METHODOLOGY SADT

A. Y. Gorshenin

Abstract. We propose the development of IDEF0 - model of the educational system of higher education.

Keywords and phrases: model standards, the educational system.

USING SCANNING PROBE MICROSCOPY IN THE STUDY OF STUDENTS PEDAGOGICAL UNIVERSITY

N. N. Khvastunov, V. V. Karpunin

Abstract. Some aspects of teaching students the basics of scanning probe microscopy. Relations between students and teachers in the lab, learning the relationship of scanning probe microscopy and educational work.

Keywords and phrases: nanotechnology, scanning probe microscopy, educational experiment.

USE OF INFORMATION AND COMPUTER TECHNOLOGY IN NEW EDUCATIONAL PROGRAMS

I. I. Bayneva, V. V. Baynev

Abstract. We consider the problems and challenges of using modern computer technology in preparing students for a new national standard, in particular, the effectiveness of electronic textbooks.

Keywords and phrases: standard, education, competence, an electronic textbook, computerization and computer technology.

TRADITION AND INNOVATION IN MATHEMATICS TEACHER TRAINING METHODOLOGY

T. M. Rybina

Abstract. Article is devoted to formation and development of methodical training of teachers of mathematics.

Keywords and phrases: methodical preparation, professional competence, the integration of mathematical and methodological training.

BUILDING FOR HOCHSCHILD COMPLEX SIMPLICIAL OBJECT

M. V. Ladoshkin

Abstract. In the submitted paper considers the construction of a chain complex, which for the simplicial sets would be an analogue of the Hochschild complex. The analogy is that this complex can be used to describe the possibility of extending this facility to the structure of higher simplicial set.

Keywords and phrases: algebraic topology, homotopy, stability, mapping, simplicial facets.

STUDY LABORATORY BENCH FOR HAMMING CODES

D. V. Pyanzin

Abstract. In this article a laboratory stands for the study of algorithms for encoding and decoding of Hamming codes.

Keywords and phrases: laboratory stand, noise-immune coding.

AUTOMATED METER VOLAMPERNYH ENERGY CHARACTERISTICS HETEROSTRUCTURES SUPERBRIGHT LEDS

A. V. Sokolnikov

Abstract. The results of development measuring the characteristics and parameters of heterostructures superbright LEDs (LEDs) using a PC. Methods for measuring current-voltage characteristics and energy performance of LED circuitry and meter.

Keywords and phrases: heterostructure, automated meter, the LED current-voltage characteristic, radiation, a photodiode, a personal computer, a microcontroller.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF GEOMETRY BIT POWER TRUBKIN DISCHARGE EMISSION

V. K. Sveshnikov

Abstract. The effect of cross-sectional shape of the discharge tube of sodium low pressure lamps to the power of light radiation generated by the discharge. The research results can be used in the course "light sources" of higher education institutions.

Keywords and phrases: ionization, excitation, resonance radiation, ambipolar diffusion, the diffusion length.

ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF CRYSTALS DOPED WITH ADP SULFATE IONS GROWN BY STATIC AND DYNAMIC

Yu. A. Maskaev, A. M. Shikin

Abstract. The influence of methods of growing single crystals of ADP, the behavior of the conductivity of the samples X and Z slices in a constant electric field with voltage up to 3.5 kV and heated from 30 to 100 operating systems. Attempted to estimate the activation energy of the carriers in this temperature range.

Keywords and phrases: electrical conductivity, static and dynamic methods of cultivation, the activation energy.

REDUCED FORMS OF THE LIGHT PULSE HIGH

E. V. Nikishin, V. Ya. Grishaev

Abstract. We propose a method of reconstructing the shape of high-frequency repetitive optical signal using a photoresistor and using a special mathematical algorithm. Possibilities and limits of the method are illustrated by specific examples.

Keywords and phrases: optical signal, light-dependent resistor model, the momentum

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Байнев Виталий Валерьевич

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

Байнева Ирина Ивановна

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

Горшенин Александр Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры информатики, ГОУ ВПО «Псковский государственный педагогический университет имени С. М. Кирова», г. Псков, Российская Федерация

Гриценко Лариса Ивановна

Доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой педагогики ГОУ ДПО «Волгоградская государственная академия повышения квалификации и переподготовки работников образования», г. Волгоград, Российская Федерация

Гришаев Владимир Яковлевич

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Институт Физики и химии ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

Забелинская Ольга Сергеевна

Заведующая концертной деятельностью детской музыкальной школы №8 г. Волгограда, Российская Федерация

Карпунин Виталий Владимирович

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

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

Макотрова Галина Васильевна

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики, ФАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород, Российская Федерация

Маскаев Юрий Андреевич

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Институт Физики и химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

Масленникова Людмила Васильевна

Доктор педагогических наук, профессор кафедры общенаучных дисциплин, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

Никишин Евгений Васильевич

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Институт Физики и химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

Новиков Сергей Геннадьевич

Доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой социально-гуманитарных дисциплин, МОУ ВПО «Волгоградский институт искусств им. П. А. Серебрякова», г. Волгоград, Российская Федерация

Пьянзин Денис Васильевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники, Институт физики и химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

Родиошкина Юлия Григорьевна

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

Рыбина Татьяна Михайловна

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

Сокольников Анатолий Владимирович

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

Свешников Виктор Константинович

Член-корр. 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

Хвастунов Николай Николаевич

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

Шикин Александр Михайлович

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной физики, Институт Физики и химии, ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Российская Федерация

СОДЕРЖАНИЕ

№ 4 / 2011 г.

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

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Педагогический эксперимент А. С. Макаренко: вчера, сегодня, завтра <i>Гриценко Л. И.</i>	5
--	---

Разработка А. В. Луначарским идеала «нового человека»: ретроспективный взгляд <i>Новиков С. Г., Забелинская О. С.</i>	10
---	----

Культуротворческие ситуации в творческом саморазвитии старшеклассников <i>Макотрова Г. В.</i>	14
---	----

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Математическое моделирование как основа вариативного компонента курса физики в техническом вузе <i>Масленникова Л. В., Родиошкина Ю. Г.</i>	21
---	----

Возможности формализации моделей образовательных систем с помощью методологии SADT <i>Горшенин А. Ю.</i>	30
--	----

Использование сканирующего зондового микроскопа в процессе обучения студентов педагогического вуза <i>Хвастунов Н. Н., Карпунин В. В.</i>	34
---	----

Применение информационно-компьютерных технологий в новых образовательных программах <i>Байнева И. И., Байнев В. В.</i>	38
Традиции и инновации в методической подготовке учителя математики <i>Рыбина Т. М.</i>	42
Построение комплекса Хохшильда для симплицеального объекта <i>Ладошкин М. В.</i>	45

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Лабораторные стенды для изучения кодов Хэмминга <i>Пьянзин Д. В.</i>	50
Автоматизированный измеритель вольтамперных энергетических характеристик гетероструктур сверхъярких светодиодов <i>Сокольников А. В.</i>	55
Исследование влияния геометрии разрядной трубки на мощность излучения разряда <i>Свешников В. К.</i>	65
Электропроводность кристаллов ADP с примесью ионов сульфата, выращенных статическим и динамическим методами <i>Маскаев Ю. А., Шикин А. М.</i>	76
Восстановление форм высокочастотных световых импульсов <i>Никишин Е. В., Гришаев В. Я.</i>	81

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

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	92
----------------------------------	----

Подписано в печать .0 .2011 г.
Формат 70x100 1/16. Печать ризография.
Гарнитура TimesNewRoman. Усл. печ. л. .
Тираж экз. Заказ № .

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»
Редакционно-издательский центр
430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 11 а.

**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. Объём 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 член корр. 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 даётся рекомендация об опубликовании статьи в журнале.*

1.4. *Сведения об авторе(ах): ФИО (полностью), учёная степень, учёное звание, должность, место работы (место учёбы 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. 2.5.).*

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 (чёрно-белые или цветные). Данные объекты должны иметь названия и сквозную нумерацию. Качество предоставления рисунков и фотографий – высокое, пригодное для скани-*

рования. 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 Microsoft Word (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. Кормилицыной 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 отклонённых 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 – 213 руб. 22 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