

На правах рукописи

ЛОМАКИНА Ольга Владимировна

**РЕАЛИЗАЦИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
АКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

13.00.08 – Теория и методика профессионального образования

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Тамбов 2004

Работа выполнена на кафедрах физики и теоретической механики Тамбовского государственного технического университета.

Научный руководитель доктор педагогических наук, профессор
Молотков Николай Яковлевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор

Першин Владимир Федорович

кандидат педагогических наук

Романов Андрей Васильевич

Ведущая организация Борисоглебский государственный
педагогический институт


Защита состоится 17 декабря 2004 г. в 10 часов на заседании диссертационного Совета ДМ 212.260.03 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в Тамбовском государственном техническом университете по адресу: 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тамбовского государственного технического университета.

Автореферат разослан 16 ноября 2004 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

кандидат педагогических наук, профессор



Л.В. Самокрутова

Подписано к печати 10.11.2004

Гарнитура Times New Roman. Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная

Печать офсетная. Объем: 1,4 усл. печ. л.; 1,5 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С. 753

Издательско-полиграфический центр ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Активное формирование элементов «новой экономики» выдвигает жесткие требования к профессиональной школе по подготовке кадров высокой компетенции в области новейших «прорывных» направлений науки, техники и технологий, современного менеджмента, организации науки и производства в условиях свободной конкуренции. Серьезную проблему продолжает вызывать эффективность профессионального образования с точки зрения его соответствия потребностям рынка труда конкретных регионов, в некоторых из которых все явственнее проявляется нехватка рабочей силы в реальных секторах экономики при достаточно высокой функциональной безработице. Модернизация российской профессиональной школы, в первую очередь высшей, должна стать адекватным ответом на вызовы реального процесса глобализации рынка образовательных услуг, интеграции России в общеевропейское и мировое образовательное пространство. На современном этапе развития отечественной экономики, когда после системного кризиса начался этап оживления производственной деятельности, ощущается нехватка высококвалифицированных инженерных кадров, отвечающих требованиям современного производства.

Для обеспечения позитивных изменений в российской экономике значительной части отечественных товаропроизводителей необходимо обеспечить ускоренное внедрение в производство инноваций и наукоемких технологий, высокотехнологичной продукции. Указанные обновления возможны только при наличии развитой инженерной системы страны, способности инженеров работать в условиях рынка и мировой конкуренции. Эффективность профессиональной подготовки современного инженера зависит от качества его общенаучной подготовки. Актуальным является формирование понимания у будущего специалиста системности и целостности общефизических законов и явлений. Вместе с тем, крайне важно сохранить все лучшее, что было достигнуто в отечественной системе высшего образования за прошедший период ее развития.

Для формирования современного отечественного инженерного корпуса надо не только значительно поднять престиж инженерных профессий, но, в первую очередь, обеспечить качественное изменение подготовки инженерных кадров, ориентируя ее на современные достижения науки и техники, углубленное изучение базовых дисциплин, развитие творческих и организационных навыков будущих инженеров. Проблемы инженерного образования – его качество, содержание, структура – весьма актуальны, так как инженерное образование – важнейшая область всей образовательной сферы страны. От состава, квалификации инженерного корпуса такой страны, как Россия, самым непосредственным образом зависят ее экономическое положение, безопасность, наконец, авторитет на международной арене.

В нашем исследовании мы исходили из раскрытия современной роли продуктивного обучения в профессиональной подготовке студентов с учетом основных дидактических принципов и методов, что, несомненно, позволяет формировать творческого, активного, интеллектуального специалиста.

Рассмотрение важности проблемы использования продуктивных методов обучения в профессиональной подготовке студентов технического вуза является актуальной задачей, которую следует решать совместными усилиями всех причастных к этой проблеме лиц и организаций.

В исследовании данного вопроса мы опирались на теоретические и методические разработки многих дидактов и педагогов (Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, В.В. Давыдов, М.А. Данилов, Б.П. Есипов, Л.В. Занков, И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, М.Н. Скаткин, В.А. Сластенин, А.Н. Леонтьев и др.).

Исследования и опыт практической работы позволили нам выявить и сформулировать *противоречия* между:

- уровнем развития научно-технического прогресса и традиционной системой высшего образования;
- требованиями общества к уровню профессиональной подготовки студентов радиотехнических специальностей и возможностями технических вузов их осуществления;

- необходимостью обязательной практической подготовки студентов радиотехнических специальностей и недостаточной их обеспеченностью эффективными методическими и техническими средствами реализации поставленной задачи.

Учитывая, что физика является основной базовой дисциплиной в профессиональной подготовке студентов радиотехнического профиля, разрешение сформулированных противоречий обусловило выбор темы исследования, проблема которого может быть сформулирована следующим образом: «Каковы способы реализации продуктивных методов обучения в профессиональной подготовке студентов радиотехнических специальностей на базе создания учебно-технического комплекса средств обучения и технологии при изучении дифракционных явлений?».

Цель исследования состоит в том, чтобы с учетом требований, предъявляемых Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, и задач, поставленных в условиях реформирования образования, теоретически обосновать и реализовать систему дидактических принципов и продуктивных методов обучения в профессиональной подготовке студентов технического вуза с целью развития их творческого потенциала.

Объект исследования – процесс профессиональной подготовки специалистов радиотехнического профиля в условиях технического университета.

Предмет исследования – реализация дидактических принципов и методов продуктивного обучения при изучении дифракционных явлений студентов радиотехнических специальностей.

Гипотеза исследования заключается в том, что теоретическая и практическая подготовка студентов радиотехнических специальностей будет более эффективной, если:

- организуется с учетом профессиональной направленности, специфики предметной области, целей и задач различных этапов учебного процесса, а также уровня базовой подготовленности студентов;
- осуществляется посредством оптимальной совокупности продуктивных методов, средств и форм организации учебной деятельности;
- реализуется на основе новых комплексных технических средств обучения, цели которых дифференцированы с учетом специфики формируемой профессиональной деятельности;
- в содержании учебно-технического комплекса средств обучения отражены научные профессионально значимые положения, позволяющие углубить знания студентов;
- дидактические условия реализации принципов активного обучения позволяют сформировать творческие умения, трансформирующие учебные навыки в профессиональные, обеспечивающие последующее развитие знаний и умений в процессе самостоятельной профессиональной деятельности.

Задачи исследования:

- 1 Проанализировать психолого-педагогические аспекты организации профессиональной подготовки специалистов радиотехнического профиля.
- 2 Выявить степень разработанности проблемы методов обучения в физике, а также в педагогической теории и практике в целом.
- 3 Обобщить систему продуктивных методов обучения и рассмотреть условия ее эффективной реализации в профессиональной подготовке студентов в высшей школе.
- 4 Разработать учебно-технический комплекс для изучения дифракционных явлений студентами радиотехнических специальностей.
- 5 Выявить влияние технических средств обучения на уровень учебно-познавательной деятельности студентов и повышения их творческого потенциала, провести педагогический эксперимент.

Для решения поставленных задач и проверки выдвинутой гипотезы использованы *методы*:

- 1) теоретического исследования: анализ и синтез методологической, педагогической, научно-технической, психологической, дидактической и методической литературы по проблеме исследования; обобщение, сравнение, абстрагирование, прогнозирование, моделирование систем и процессов;
- 2) эмпирического исследования: анкетирование, интервьюирование, наблюдение, собеседование, изучение передового опыта подготовки инженеров радиотехнических специальностей, педагогический эксперимент; разработка, конструирование и изготовление новых учебно-технических средств и их апробирование;
- 3) статистические обработки данных эксперимента, графическое представление результатов.

Теоретико-методологической основой исследования являются:

- философские положения о видах деятельности, теории познания, формирование личности, становление профессионала (А.П. Беляев, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, Н.В. Кузьмина, Б.Ф. Ломов, С.Л. Рубинштейн, А.Д. Урсул, Г.И. Хозяинов и др.);

- теории системного и личностно-деятельностного, интегративно-модульного подходов к изучению педагогических явлений, интеграции и дифференциации, взаимосвязи общего, политехнического и профессионального образования; теория непрерывного образования, активизации и интенсификации обучения (А.П. Беляева, И.Д. Клочков, Н.Е. Кузнецова, М.И. Махмутов, В.Г. Онушкин, Ю.С. Тюнников, Э.Г. Юдин, Г.С. Гуров и др.);

- дидактические особенности обучения физике с использованием современного учебного физического эксперимента (В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин, П.А. Знаменский, В.В. Разумовский, В.В. Майер, А.А. Пинский, Н.Я. Молотков, Н.М. Шахмаев и др.).

Опытно-экспериментальная база исследования. Исследование осуществлялось с 2000 по 2004 гг. и было организовано в три этапа. Особенностью содержания исследования является чередование теоретических и экспериментальных составляющих, их развивающая взаимосвязь. Основная исследовательская работа осуществлялась на базе Тамбовского государственного технического университета.

На *первом этапе* (2000 – 2002 гг.) проводилось изучение особенностей учебного процесса в техническом вузе, изучалось состояние проблемы в теории и практике, а именно: проводилось изучение и анализ научных исследований по теме с целью определения степени разработанности проблемы. Определялись возможности совершенствования процесса обучения. Изучались психолого-педагогические особенности организации учебно-познавательной деятельности обучающихся; основы совершенствования методов и средств обучения, путей повышения активизации деятельности студентов при обучении общетехническим дисциплинам.

На *втором этапе* (2002–2003 гг.) были определены цель и задачи исследования, сформулирована гипотеза. Осуществлялось наблюдение за учебным процессом и проведен анализ причин недостаточно высокого уровня усвоения знаний студентами, разрабатывались дидактические материалы. Были подготовлены и внедрены в учебный процесс: методические указания для студентов очной формы обучения «Дифракция и фокусировка электромагнитных волн»; три лабораторные работы по волновой оптике. Разрабатывался учебно-технический комплекс средств обучения: отбор материала, проверка на практике эффективности использования данных средств обучения. Осуществлялся анализ литературы по проблеме исследования.

На *третьем этапе* (2003–2004 гг.) были обобщены результаты опытно-экспериментальной работы по проверке эффективности реализации дидактических принципов и методов активного обучения в профессиональной подготовке студентов. Проводился качественный, количественный анализ и теоретическое обобщение полученных результатов. Сформулированы выводы, завершено оформление диссертации.

Научная новизна и теоретическая значимость исследования состоит:

- в теоретическом обосновании выбора продуктивных методов обучения в профессиональной подготовке специалистов радиотехнического профиля в условиях современной информационной среды;
- в определении дидактических условий реализации продуктивного обучения студентов радиотехнических специальностей;
- в формулировке и обосновании необходимости создания учебно-технического комплекса средств обучения физике в условиях высшей школы;
- в проектировании учебно-технического комплекса средств обучения для изучения дифракционных явлений в сантиметровом диапазоне радиоволн.

Практическая значимость исследования состоит:

- в разработке системы физического эксперимента для изучения дифракции в сантиметровом диапазоне радиоволн;

- в разработке и внедрении в учебный процесс лабораторных работ по оптике в сантиметровом диапазоне волн;
- в разработке технологии изучения дифракционных явлений с учетом продуктивных методов обучения для студентов радиотехнических специальностей;
- во внедрении в учебный процесс Тамбовского государственного технического университета комплекса методических указаний «Дифракция и фокусировка электромагнитных волн».

На защиту выносятся:

1. Подход к реализации продуктивных методов обучения студентов радиотехнических специальностей в курсе волновой оптики.
2. Система учебного физического эксперимента для изучения дифракционных явлений и технология ее использования.
3. Технология изучения дифракции и фокусировки электромагнитных волн, позволяющая реализовать продуктивные методы обучения и способствующая систематизации знаний и более глубокому, качественному усвоению учебного материала.

Апробация и внедрение результатов. Теоретические идеи и материалы исследования рассматривались в процессе обсуждения на конференциях: 3-ей Международной научно-методической конференции «Высокие технологии в педагогическом процессе» (Нижний Новгород, 2002); 7-ой учебно-методической конференции стран Содружества «Современный физический практикум» (Москва, 2002); 3-ей Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития образования и производства» (Нижний Новгород, 2002); 7-ой научной конференции Тамбовского государственного технического университета (Тамбов, 2002); 6-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы преподавания физики» (Пенза, 2002); 4-ой Международной научно-методической конференции преподавателей вузов, ученых и специалистов «Высокие технологии в педагогическом процессе» (Нижний Новгород, 2003); 8-ой Всероссийской конференции «Учебный физический эксперимент: актуальные проблемы, современные решения» (Глазов, 2003); 8-ой научной конференции Тамбовского государственного технического университета (Тамбов, 2003).

Публикации: по материалам диссертационного исследования опубликовано 16 работ, общим объемом 9 печ.л.

Структура и объем работы: диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, формулируется ее цель, определяются предмет, объект, гипотеза, задачи и методы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «**Психолого-педагогические аспекты организации профессиональной подготовки специалистов радиотехнического профиля**» на основе изучения и анализа психологической, педагогической, методической, философской литературы содержится обзор и обсуждение вопроса качества профессиональной подготовки студентов технического вуза. Анализируется роль и значение дидактических принципов и методов обучения; данная проблема рассматривается в теории и практике отечественной высшей школы.

Изменения, происходящие в современном обществе, стремительное развитие науки и техники обуславливают новые требования, предъявляемые к выпускникам высших учебных заведений. Качество профессиональной подготовки специалистов во многом зависит от степени обоснованности целей обучения, содержания обучения; сочетания различных принципов и методов обучения; эффективности организации учебного процесса. В настоящее время очень остро обсуждается вопрос о качестве подготовки будущего специалиста, о соответствии его знаний современному уровню развития науки.

Совершенствование процесса обучения должно быть направлено на создание необходимых и достаточных организационно-педагогических условий, обеспечение успешного обучения. Акцент в такой деятельности переносится на партнерство, соуправление, а характер взаимоотношений преподавателя и студентов можно определять как субъект-субъектные. В процессе этих взаимоотношений решаются следующие задачи:

- развитие творческого потенциала студента на основе профессионально-педагогической взаимосвязи студента и педагога;
- стремление к самореализации и самовыражению в учебно-познавательном процессе обоих субъектов;
- выбор оптимальных форм, методов учебного взаимодействия;
- совершенствование технологии общения;
- учет возрастных, индивидуальных особенностей, когнитивного стиля студентов.

На основе изучения педагогической и методической литературы дан анализ принципов обучения в высшей школе.

При конструировании индивидуально-ориентированного образовательного процесса выделяются основные принципы обучения – нормативные положения, которыми следует руководствоваться, чтобы обучение было оптимально эффективным:

- направленности обучения на решение во взаимосвязи задач образования, воспитания и развития личности студента;
- воспитания и всестороннего развития в процессе обучения;
- научности и эвристичности в обучении;
- сознательности и творческой активности;
- наглядности и доступности в обучении;
- систематичности, последовательности в обучении;
- взаимообусловленности обучения, учения и самообразования студентов;
- опоры в преподавании на ранее достигнутый, зафиксированный уровень образования, познания;
- прочности, осознанности и действенности результатов обучения;
- положительного эмоционального фона обучения;
- парно-группового характера обучения;
- взаимосвязи задач содержания образования и методов его изучения;
- сочетания различных форм организации обучения в зависимости от задач, содержания, методов обучения и познавательных возможностей, гендерных особенностей студентов.

Рассматривается проблема классификации методов обучения в современном образовании, которая до сих пор остается одной из наиболее дискуссионных. Повышение внимания к феномену метода обучения объясняется тем, что данное педагогическое явление выступает носителем триединой функции воспитания, обучения и развития, является интегративным по отношению к содержанию учебного материала и организационным формам обучения, так как служит способом передачи первого и предполагает использование вторых. Только реализация в единстве всех функций методов и комплексное применение содержания, методов и организационных форм обучения обеспечивают целостное влияние на личность обучаемого. Методы обучения играют особую роль в целенаправленном формировании мировоззрения и нравственности обучающихся, составляющих основу личности.

Термин «метод обучения» встречается постоянно в дидактической литературе, им широко пользуются педагоги в практике обучения. Между тем до настоящего времени продолжают сосуществовать различные определения этого понятия, что говорит о различных научных подходах к изучению сущности методов обучения и стремлении описать метод обучения через один или несколько существенных признаков. В то же время разноречивость суждений о природе методов свидетельствует о сложности рассматриваемого явления и нерешенности проблемы методов обучения.

Дидактические исследования показывают, что номенклатура и классификация методов обучения характеризуются большим разнообразием в зависимости от того, какой подход избирается при их разработке.

Так,

И.Я. Лернер и М.Н. Скаткин классифицировали методы обучения, исходя из характера учебно-познавательной деятельности обучающихся по овладению изучаемым материалом. С этой точки зрения они выделяли следующие методы развивающего обучения:

- 1) объяснительно-иллюстративный, или информационно-рецептивный: рассказ, лекция, объяснение, работа с учебником, демонстрация картин, кино- и диафильмов;
- 2) репродуктивный: воспроизведение действий по применению знаний на практике, деятельность по алгоритму, программирование;
- 3) проблемное изложение изучаемого материала;
- 4) частично-поисковый или эвристический метод;
- 5) исследовательский метод, когда обучающимся дается познавательная задача, которую они решают самостоятельно, подбирая для этого необходимые методы и пользуясь помощью преподавателя.

В дидактическом отношении также практичной представляется классификация М.А. Данилова и Б.П. Есипова. Они исходили из того, что если методы обучения выступают как способы организации упорядоченной учебной деятельности обучающихся по достижению дидактических целей и решению познавательных задач, то, следовательно, их можно подразделить на следующие группы:

- 1) методы приобретения новых знаний;
- 2) методы формирования умений и навыков по применению знаний на практике;
- 3) методы проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Указанная классификация хорошо согласуется с основными задачами обучения и помогает лучшему пониманию их функционального назначения. Если в указанную классификацию внести некоторые уточнения, то все разнообразие методов обучения можно разделить на пять следующих групп:

- 1) устного изложения знаний преподавателя и активизации познавательной деятельности обучающихся: рассказ, объяснение, лекция, беседа, метод иллюстрации и демонстрации при устном изложении изучаемого материала;
- 2) закрепления изучаемого материала: беседа, работа с учебником;
- 3) самостоятельной работы обучающихся по осмыслению и усвоению нового материала: работа с учебником, лабораторные работы;
- 4) учебной работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков: упражнения, лабораторные занятия;
- 5) проверки и оценки знаний, умений и навыков обучающихся: повседневное наблюдение за работой обучающихся, устный опрос (индивидуальный, фронтальный, уплотненный), выставление поурочного балла, контрольные работы, проверка домашних работ, программированный контроль.

Наиболее эффективными методами обучения в курсе физики технического университета мы считаем продуктивные методы: метод проблемного обучения, частично-поисковый, исследовательский, которые учитывают вид поисковой деятельности обучающегося и рассчитаны на достижение уровня качественного усвоения материала.

Отмечая сложность проблемы развития творческих способностей обучаемых, И.Я. Лернер справедливо замечает, что опыт творческой деятельности нельзя передать рассказами о нем и творческой деятельности ученых и изобретателей, его нельзя передать и образцами творческой деятельности, осуществляемой на глазах обучаемых. Нельзя потому, что, пока студент не вовлечен в процесс творческой, поисковой деятельности, он этим опытом не овладеет. Следовательно, для развития творческих способностей обучаемых необходимо вовлечь, включить их в специально организованный учебный научно-познавательный процесс, который является моделью (слепком) научного процесса познания.

Учебный научно-познавательный процесс в обучении выступает как имитация реального процесса научного познания. В обучении необходимо создавать познавательные ситуации, которые могли или должны были иметь место в науке и технике. Оптимальное проведение учебного процесса предусматривает комплексное применение методов и средств обучения, посредством их рационального сочетания. Так, разнообразие методов обучения подключает к усвоению знаний все виды чувственного восприятия – и зрительное, и слуховое, что делает восприятие более эффективным, обеспечивает активное

восприятие учебного материала обучаемыми с разными типами памяти и мыслительной деятельности, активизирует познавательную деятельность обучаемых, позволяет наилучшим образом учесть специфику различных разделов содержания учебного материала, позволяет им наилучшим образом раскрыть свои способности.

Известно, что процесс высокопродуктивной творческой деятельности протекает в виде последовательно сменяющих друг друга стадий или этапов, каждый из которых является итогом решения предыдущего этапа и ключевым с ориентиром последующего мыслительного поиска. Эта возможность неограниченного углубления в изучение первоначальной проблемы на основе многостадийного перехода от одних частных задач к другим, более сложным, выполняющим роль предварительных итогов и последующих ориентиров, должна использоваться в активизации творческой деятельности студентов при применении продуктивных методов обучения.

Следовательно, достижение наивысшей творческой деятельности студентов при обучении физике возможно лишь на основе разработки такой учебной модели процесса научного познания, которая содержит последовательный каскад усложняющихся проблем. Умело подобранный каскад исследовательских и конструкторских проблемных ситуаций и самостоятельное разрешение их студентами позволяет не только приблизить учебное познание к научному, но и достичь высокопродуктивной как мыслительной, так и предметной деятельности студентов в целях развития их творческих способностей.

Проведен анализ педагогической литературы по рассмотрению сущности активных методов обучения. При традиционном обучении наблюдается разрыв между теми требованиями, которые предъявляются к обучающемуся, и теми знаниями, которые потребуются в реальной профессиональной деятельности. Большую роль в изменениях, происходящих в образовательной сфере, играют методы активного обучения.

К числу активных методов обучения, согласно общепринятой классификации, относятся: проблемная лекция, разыгрывание ролей, анализ конкретных ситуаций, программированное обучение, учебно-ролевые игры, стажировка, деловые игры.

Применение в учебном процессе этих методов призвано обеспечить решение таких проблем как обучение студентов самостоятельному углублению собственных знаний и применение их знаний в конкретных условиях, ориентация студентов на творческий отбор, анализ и систематизацию прорабатываемого материала, эффективная подготовка к будущей профессиональной деятельности и др. Активное обучение – это, по существу, обучение деятельности.

Отличительными особенностями активного обучения от обычного (объяснительного) являются:

- 1) активизация мыследеятельности обучаемого путем формирования специальных условий, способствующих его активизации независимо от его желания;
- 2) устойчивость и непрерывность активной мыследеятельности участников обучения путем удлинения времени единовременного активного включения, или же спонтанной, но очень глубокой работой мысли, позволяющей сохранять активность в течение некоторого перерыва между активной работой;
- 3) формирование навыков самостоятельной, творческой выработки управленческих решений в условиях игрового имитационного моделирования, повышенной мотивации и эмоциональности обучаемых;
- 4) перманентные взаимные коммуникации обучающихся и преподавателей, развивающие обе стороны с рефлексивных позиций;

Отмеченные особенности активного обучения и алгоритм организации такого обучения свидетельствует о том, что освоение методов активного обучения потребует от преподавателей и студентов гораздо более высокого уровня профессиональной подготовки, чем этого требует объяснительное обучение.

Таким образом, проведенный обзор педагогической литературы показал, что до настоящего времени не достаточно проводилось специальных исследований, позволяющих разработать систему реализации дидактических принципов и методов продуктивного обучения в профессиональной подготовке сту-

дентов технического вуза (на примере изучения дифракционных явлений). Это свидетельствует о том, что требуется научное обоснование как теоретических подходов к изучению сложных дифракционных явлений, так и создание учебно-технических средств обучения на основе продуктивных методов.

Вторая глава **«Дидактический комплекс технических средств и технология изучения дифракционных явлений на основе продуктивных методов в профессиональной подготовке студентов»** посвящена разработке системы учебного физического эксперимента и описанию технологии изучения дифракционных явлений с использованием продуктивных методов обучения.

В современной методике преподавания в высшей школе учебный физический эксперимент становится неотъемлемой частью учебно-воспитательного процесса, где взаимно сочетаются теоретические и экспериментальные методы изучения и исследования физических явлений. Многообразие вопросов, связанных с определением педагогического статуса учебного физического эксперимента, говорит о комплексном характере рассматриваемой проблемы, гносеологические корни которой связаны с дидактикой, педагогикой, психологией, методикой преподавания, техникой. С точки зрения системного подхода под функционирующей педагогической системой демонстрационного физического эксперимента нами понимается деятельность преподавателя совместно с обучаемыми, направленная на подготовку и воспроизведение экспериментальных исследований физических явлений, и их применение на практике, осуществляемая в соответствии с общедидактическими методами, принципами преподавания и целями обучения. Рассматривая учебный физический эксперимент как функционирующую педагогическую систему и исходя из общедидактических задач обучения, нами выделяются следующие общедидактические функции учебного физического эксперимента: методологическая, информационно-обучающая, организации и управления познавательной деятельностью и воспитательная. В условиях преподавания общеприродных теорий в техническом вузе, где этот курс является подготовительной базой изучения специальных дисциплин, следует выделить еще одну функцию учебного физического эксперимента – обеспечение профессиональной ориентации курса при обучении студентов конкретной специальности.

В работе делается вывод о том, что лекционный эксперимент и лабораторный практикум по волновой оптике для студентов технического вуза должен включать систему экспериментальных исследований дифракционных явлений, как в оптическом, так и в сантиметровом диапазоне радиоволн. Такое комплексное использование двух диапазонов волн позволяет повысить наглядность обучения, значительно расширить круг экспериментально исследуемых дифракционных явлений утвердить взгляд обучаемых на оптические явления как электромагнитные.

Разработанная система физического эксперимента для изучения дифракции в сантиметровом диапазоне радиоволн включает в себя:

- приборы для изучения дифракции Френеля на круглом отверстии переменного диаметра;
- набор амплитудных, фазовых и ступенчатых фазовых зонных пластинок, работающих на отражение, что позволяет объяснить фокусирующее действие вогнутого зеркала с точки зрения волновой теории;
- набор амплитудных, фазовых и ступенчатых фазовых зонных пластинок, работающих на прохождение, что позволяет объяснить фокусировку линз волновой теорией;
- установку для исследования дифракции Фраунгофера на щели, позволяющую управлять дифракционной картиной с помощью полуволновой пластинки;
- ступенчатые субзонные фазовые пластинки, позволяющие осуществить более строгий подход к фокусировке волн с помощью линз и зеркал; зонированные линзы и зеркала.

Предлагаемая система физического эксперимента не имеет отечественного и зарубежного аналога и может быть реализована в любом техническом вузе. При изготовлении ряда приборов для исследования дифракционных явлений в сантиметровом диапазоне волн нами широко используются искусственные среды и, в частности, металлоленчатые структуры, эквивалентный показатель преломления которых меньше единицы.

Как показывает опыт, работы для студентов тема «Дифракция света» является одной из трудных и сложных. С одной стороны, объясняется это тем, что строго математически в курсе физики технического вуза решается лишь одна задача по дифракции – дифракция на щели при большом значении волново-

го параметра, т.е. когда в щели укладывается лишь часть полосовой зоны Шустера. Другие немногие случаи дифракции объясняются лишь качественно с использованием алгебраического метода суммирования амплитуд вторичных волн при учете их фаз в рамках метода зон Френеля. С другой стороны, студенты испытывают затруднения в объяснении дифракционных явлений, которое требует учета интерференции большого числа вторичных волн и определении результирующей амплитуды волны. В связи с этим при переходе к изучению дифракции студентов необходимо ознакомить с многолучевой интерференцией на примере частного случая интерферометра Фабри-Перо. При этом студенты знакомятся с теорией сложения большого числа когерентных волн, фазы которых образуют арифметическую прогрессию. Теоретические выводы по многолучевой интерференции закрепляются лабораторными исследованиями на интерферометре Фабри-Перо в сантиметровом диапазоне радиоволн.

Переходя непосредственно к изучению дифракционных явлений, необходимо раскрыть и сформулировать принцип Гюйгенса–Френеля как на качественном, так и строго математическом уровне. При этом следует обратить внимание на важный вывод о том, что принцип Гюйгенса не позволяет объяснить не только дифракционные явления, но и прямолинейность распространения света. Согласно принципу Гюйгенса–Френеля, все вторичные когерентные волны, приходящие в точку наблюдения, интерферируют в этой точке: результат интерференции зависит от амплитуд и фаз вторичных волн, приходящих в точку наблюдения. Амплитуды колебаний вторичных волн зависят от площади элементарных участков, от угла между нормалью к волновой поверхности и направлением в точку наблюдения. Фазы вторичных волн определяются расстоянием от элементарных участков до точки наблюдения.

При объяснении дифракционных явлений на качественном уровне целесообразно одновременно использовать как алгебраическое, так и геометрическое сложение амплитуд вторичных волн на базе метода векторных диаграмм, показать, как эти методы обогащают и дополняют друг друга. Грубой ошибкой часто является отождествление пространственного расположения векторов вторичных волн и этих же векторов на векторной диаграмме. Чтобы избежать этого, знакомство студентов с методом векторных диаграмм следует проводить в курсе механики при изучении колебаний. При этом данный метод выступает одним из способов графического представления колебаний: наряду с временными, фазовыми и спектральными диаграммами. Достоинство метода векторных диаграмм состоит в том, что он позволяет избежать сложных тригонометрических преобразований.

На первом этапе знакомство с дифракционными явлениями предлагается осуществить с использованием проблемного лекционного физического эксперимента. Демонстрационная установка состоит из источника и приемника сантиметровых радиоволн, между которыми располагается ирисовая диафрагма, позволяющая изменять диаметр отверстия 2 до 40 см. Перед студентами выдвигается проблема: как будет изменяться амплитуда принимаемого сигнала при увеличении радиуса отверстия? «Здравый смысл» студентов подсказывает, что амплитуда принимаемого сигнала будет непрерывно увеличиваться. Однако эксперимент показывает, что амплитуда принимаемого сигнала периодически изменяется. Ознакомив студентов с методом зон Френеля, они самостоятельно объясняют проведенный опыт: величина принимаемого сигнала зависит от того, четное или нечетное число зон Френеля укладывается в отверстии. Здесь же опытным путем доказываем, что амплитуда волны, приходящей от первой зоны Френеля в два раза больше амплитуды волны, приходящей от полностью открытого волнового фронта, что доказывает прямолинейность распространения волн. Описанная установка в лабораторном практикуме позволяет студентам экспериментально определить радиусы зон Френеля и сравнить их с теоретическими значениями, а также определить амплитуды вторичных волн $E_1, E_2, E_3...$ и показать справедливость неравенства: $E_1 > E_2 > E_3...$

На втором этапе изучения дифракционных явлений нами предлагается объяснить фокусирующее действие вогнутого зеркала волновой теорией в рамках метода зон Френеля. Знакомство студентов на лекции с фокусировкой волн проводится в форме эвристической беседы или с использованием частично-поискового метода. Демонстрационная установка состоит из источника и приемника сантиметровых волн, расположенного перед плоским зеркалом, роль которого выполняет металлический лист диаметром 44 см. Студентам сообщается, что в зеркале укладывается шесть зон Френеля и амплитуда принимаемого сигнала равна

$$E_{p1} = E_1 - E_2 + E_3 - E_4 + E_5 - E_6. \quad (1)$$

Перед студентами ставится первая проблема: как можно увеличить амплитуду волны, отраженной от зеркала? Анализируя выражение (1), студенты могут предложить два способа решения задачи. Во-первых, в плоском зеркале можно оставить лишь отражающие нечетные зоны, удалив из него отражающие четные зоны. Полученная таким образом пластинка называется «амплитудной зонной пластинкой, работающей на отражение»; опыт в сантиметровом диапазоне волн подтверждает, что отражающее действие амплитудной зонной пластинки больше отражающего действия плоского зеркала. Во-вторых, из формулы (1) следует, что между вторичными волнами, отраженными от соседних четных и нечетных зон, имеется разность фаз $\varphi = \pi$ или геометрическая разность хода $\Delta = \lambda/2$. Поэтому, вместо того чтобы исключать действие четных зон, для увеличения амплитуды отраженной волны необходимо фазы вторичных волн от четных зон изменить на π по сравнению с фазами волн, отраженных от нечетных зон. Другими словами, необходимо компенсировать разность хода вторичных волн от соседних зон. Это достигается пространственным сдвигом отражающих поверхностей нечетных зон по отношению к поверхностям четных зон на $\lambda/4$. Полученная таким образом пластинка называется «фазовой зонной пластинкой, работающей на отражение» или пластинкой с обращением фаз. Опыт в сантиметровом диапазоне радиоволн показывает, что фокусирующее действие фазовой зонной пластинки больше фокусирующего действия амплитудной зонной пластинки примерно в два раза. Далее студентам предлагается рассмотреть действие ступенчатой фазовой зонной пластинки, работающей на отражение, в которой отражающие поверхности второй, третьей, четвертой ... зон сдвинуты по отношению к отражающей поверхности первой зоны соответственно на $\lambda/4; 2\lambda/4; 3\lambda/4...$. Студенты часто считают, что фокусирующее действие ступенчатой фазовой зонной пластинки больше, чем фазовой зонной пластинки, так как она напоминает вогнутое зеркало. Однако опыт показывает, что их фокусирующие действия одинаковы. Объясняется это тем, что ступенчатая фазовая пластинка изменяет фазы вторичных волн от четных зон на нечетное число π , а фазы вторичных волн от нечетных зон – на четное число π . Студенты приходят к выводу, что максимальную фокусировку волн можно получить с помощью вогнутого зеркала, которое является предельным случаем ступенчатой фазовой зонной пластинки.

Следующей задачей является изучение фокусировки волн при прохождении в рамках теории зон Френеля. Студентам сообщается, что при разбиении волновой сферической поверхности на кольцевые зоны Френеля, возьмем число зон, которое укладывается в отверстие, равное пяти. Амплитуда результирующей волны, регистрируемая приемником, согласно принципа Гюйгенса-Френеля равна

$$E_{p1} = E_1 - E_2 + E_3 - E_4 + E_5. \quad (2)$$

Перед студентами ставится проблема: как можно увеличить амплитуду волны, проходящей через данное отверстие и регистрируемую приемником сантиметровых волн? Анализируя выражение (2) студенты могут предложить два способа решения этой задачи. Во-первых, исключить действие, например, четных зон. Это можно сделать с помощью так называемой, амплитудной зонной пластинки, представляющей собой кольцевые металлические поверхности, которые закрывают все четные зоны. Во-вторых, еще большее увеличение амплитуды можно получить с помощью фазовой зонной пластинки, в которой колебания от четных зон не уничтожаются, как это имело место ранее, а изменяют фазу на π . Такое изменение фазы четных зон можно достичь, если площади этих зон покрыть искусственным диэлектриком (металлоленточной структурой) соответствующей толщины $d(1-n) = \lambda/2$. Далее студентам предлагается рассмотреть действие ступенчатой фазовой зонной пластинки, работающей на прохождение, в которой центральная зона остается открытой, вторая зона покрыта искусственной средой толщиной d , третья зона покрыта металлоленточной структурой толщиной $2d$, четвертая имеет толщину $3d$ и т.д. Студенты считают, что ступенчатая фазовая зонная пластинка обеспечивает большее увеличение амплитуды принимаемых волн, так как она имеет форму близкую к линзе; однако опыт в сантиметровом диапазоне радиоволн показывает, что ее действие такое же, как и у фазовой зонной пластинки. Объясняется это тем, что в ступенчатой фазовой зонной пластинке фазы четных зон изменяются слоем ди-

электрика на нечетное число π , а фазы нечетных зон изменяются на четное число π . Студенты самостоятельно приходят к выводу, что большее увеличение амплитуды принимаемой волны можно получить, если от ступенчатой фазовой зонной пластинки перейти к непрерывному изменению ее толщины, т.е. к собирающей линзе. Студентам дается понятие о зонировании линз (из линзы удаляются кольцевые слои, изменяющие фазу волны на $2\pi n$, где $n = 1, 2, 3, \dots$). Обучающиеся приходят к выводу, что фокусирующие действия зонированной и обычной линз с одинаковыми фокусными расстояниями одинаковы, т.е. фокусировка линз не зависит от ее толщины.

Исследовательский метод обучения реализуется нами при более строгом подходе к теории фокусировки электромагнитных волн. Вместо разбиения волнового фронта на зоны Френеля волновая поверхность разбивается на достаточно малые кольцевые участки, называемые субзонами. Для нахождения амплитуды результирующей волны студентам предлагается воспользоваться векторной диаграммой, которая представляет собой ломаную линию, вписанную в свертывающуюся спираль. Для того чтобы увеличить в точке наблюдения амплитуду результирующей вторичной волны, отраженной от зеркала, необходимо «размотать» спираль векторной диаграммы, что достигается использованием ступенчатой субзонной фазовой пластинки. Обучающиеся приходят к выводу, что использование ступенчатой субзонной фазовой пластинки не позволяет получить предельной фокусировки волн, но этого можно достичь, если перейти к вогнутому зеркалу. Поэтому студентам предлагается опытным путем сравнить амплитуды принимаемого сигнала при использовании зеркала и ступенчатой субзонной фазовой пластинки; показать, что площади кольцевых субзон одинаковы; объяснить, почему амплитуды вторичных волн, приходящих в точку наблюдения различны и т.д.

В работе приведен ряд примеров создания проблемных ситуаций в курсе физики при изучении дифракции, позволяющий показать процесс отвлечения студентов от механического конспектирования излагаемого материала; выдвижения спорных положений и противоречий; вовлечения обучающихся в активное обсуждение поставленных проблем и принятие совместных решений.

1 Известным фактом в фотосъемке является то, что при увеличении диаметра отверстия диафрагмы фотоаппарата увеличивается интенсивность изображения, то есть при увеличении радиуса диафрагмы непрерывно увеличивается интенсивность проходящего сигнала. При постановке опыта в сантиметровом диапазоне радиоволн наблюдается периодическое изменение интенсивности принимаемой волны от радиуса отверстия. Используя метод зон Френеля, студенты самостоятельно приходят к решению создавшегося противоречия: при увеличении радиуса отверстия от минимального его значения наблюдается увеличение интенсивности принимаемого сигнала; этот рост продолжается до тех пор, пока в отверстии не будет открыта первая зона Френеля. При дальнейшем увеличении радиуса отверстия в приемник будут приходить вторичные волны также и от второй зоны; их интерференция с ранее пришедшими волнами от первой зоны вызовет уменьшение интенсивности принимаемых волн. Когда отверстие откроет две первые зоны Френеля, то их действие практически полностью уничтожат друг друга из-за интерференции противофазных колебаний и принимаемый сигнал будет минимален по интенсивности. При дальнейшем увеличении размеров отверстия действия двух первых зон Френеля в точке приема остаются скомпенсированными, а интенсивность принимаемого сигнала создается действием третьей зоны Френеля. Когда число открытых зон будет равно $m = 3$, интенсивность принимаемого сигнала будет примерно такой же, как если была бы открыта только третья зона. Центр дифракционной картины будет иметь достаточную интенсивность. Когда число открытых зон будет равно $m = 4$, интенсивность в центре дифракционной картины будет минимальная и т.д.

2 Известно, что доказательство закона Вульфа-Брэггов основано на двухлучевой интерференции. Если разность хода двух когерентных волн равна целому числу длин волн $\Delta = 2d \sin \theta = m\lambda$, то наблюдается максимум интерференции. Ставится проблемный вопрос: если $\Delta = (2m-1)\frac{\lambda}{2}$, будет ли справедлив данный закон? Так как в реальности при дифракции в кристаллах возникает многолучевая интерференция, то условие минимумов несправедливо. Следовательно, при доказательстве данного закона необхо-

димо учитывать многолучевую интерференцию вторичных волн. Это приводит к тому, что закон Вульфа-Брэгга определяет лишь главные максимумы и другие.

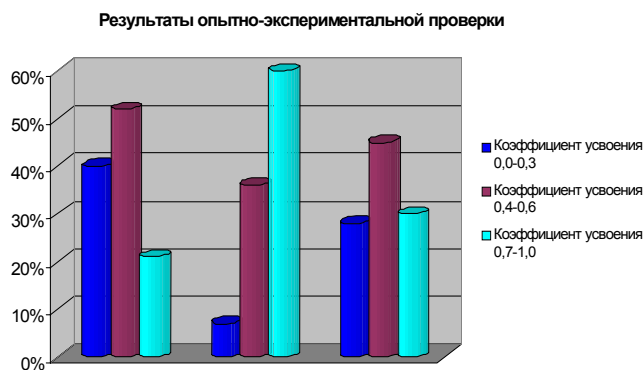
Разработаны новые лабораторные работы для изучения дифракционных явлений, имеющие свои специфические отличительные особенности. Имеющиеся в настоящее время руководства к выполнению лабораторных работ построены, как правило, по единой схеме: название задания, цель, оборудование, порядок выполнения работы и контрольные вопросы к отчету. Ход работы имеет в большинстве случаев вид алгоритмических предписаний по осуществлению опыта. Но, как известно, основным свойством алгоритма является то, что строгое выполнение указанных действий всегда приводит к желаемому результату, т.е. в ходе выполнения лабораторной работы по такому руководству у студентов можно выработать автоматизм выполнения действий, в то время как о формировании самостоятельности и сознательности, присущих творческой личности, не идет и речи. С другой стороны, опираясь на учение о деятельностном подходе (А.Н. Леонтьев) и учение о типах ориентировки (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина), можно сказать, что умение – это способность успешного достижения поставленной цели в изменяющихся условиях ее протекания. Поэтому важно выполнение студентами опытов с высокой степенью самостоятельности на всех этапах деятельности, начиная с формулировки экспериментальной задачи и планирования эксперимента.

Вопросы, включенные в лабораторное задание, имеют характер эвристических указаний, чтобы обеспечить возможность для студентов самостоятельно разработать необходимый эксперимент. Некоторые из этих вопросов могут предлагаться в качестве контрольных. В таких условиях студентам понятна последовательность действий по выполнению эксперимента. Экспериментальные установки, используемые в лабораторных работах, позволяют обучающимся выполнять индивидуальные задания, что исключает возможность переписывания друг у друга полученных результатов. При отчете по выполнению работы, кроме предложенных контрольных вопросов, каждому студенту выдается индивидуальное задание исследовательского характера.

Для проверки эффективности разработанной технологии изучения дифракционных явлений проведено контрольное тестирование. Вопросы теста охватывали весь пройденный материал по дифракции света и требовали как глубоких знаний и понимания сущности изученных физических явлений, так и умения творчески мыслить и применять полученные знания при решении конкретных физических задач.

В диссертации представлены результаты проверки уровня знаний студентов радиотехнических специальностей в экспериментальной и контрольной группах. Графическая интерпретация результатов начального и итогового среза представлена на рис. 1.

Анализ результатов итогового среза показывает, что с заданием справились 60 % студентов экспериментальных групп и только 30 % студентов контрольных групп (если в качестве критерия уровня знаний данного материала принять коэффициент усвоения $K_y = 0,7$).



Начальный
срез
 Экспери-
ментальная
группа
 Контроль-
ная группа

Рис. 1

Для оценки статистической значимости наблюдаемые частоты ответов в экспериментальных и контрольных группах обозначены, соответственно, – θ_{1j} и θ_{2j} и сведены в таблицу. Здесь θ_{1j} – число студентов из контрольной группы, ответивших правильно только на j вопросов (где $j = 0, 1, 2, \dots, 10$), а θ_{2j} – аналогично для студентов из экспериментальной группы. Подсчет статистик χ^2 произведен по методике, предлагаемой в работе М.И. Грабаря и К.А. Краснянской. Значение статистики χ^2 найдено по формуле

$$T = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{j=1}^c \frac{(n_1 \theta_{2j} - n_2 \theta_{1j})^2}{\theta_{1j} + \theta_{2j}}$$

и равно $T = 32,79$. Теоретическое значение статистик, имеющих распределение χ^2 , $T_{кр} = 18,31$. Так как $T > T_{кр}$ ($32,79 > 18,31$), то полученный результат означает, что есть значимая разница в знаниях обучаемых экспериментальных и контрольных групп.

Для совершенствования руководств и тематики лабораторных работ, заданий и их содержания, методики проведения занятий и организации учебного процесса в лаборатории проводилось анкетирование студентов. Участие приняли 150 студентов специальности 210201 – Проектирование и технология радиоэлектронных средств.

В целом студенты отмечают правильность выбора тематики и содержания работ, методики проведения занятий, что способствует углублению и закреплению знаний, умений и навыков по технике физического эксперимента.

Результаты педагогического эксперимента свидетельствуют о повышении уровня учебно-познавательной деятельности студентов как в области усвоения знаний, так и в области усвоения умений при решении технических задач; об эффективности разработанных теоретических основ оптимизации ориентировочной деятельности студентов в условиях технического университета при обучении общетехническим дисциплинам; подтверждают правомерность выдвинутой гипотезы исследования и позволяют ставить задачи дальнейших исследований.

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях:

- 1 Молотков Н.Я. Демонстрация отражения электромагнитных волн от плоского зеркала, амплитудной и фазовой зонных пластинок / Н.Я. Молотков, О.В. Ломакина // Учебный физический эксперимент и его совершенствование. Пенза, 2002. С. 42 – 45.
- 2 Молотков Н.Я. Лабораторная работа по углубленному исследованию дифракции Фраунгофера на щели / Н.Я. Молотков, В.Б. Дивак, О.В. Ломакина // Физическое образование в вузах. М., 2002. Т. 8. № 1. С. 57 – 64.
- 3 Ломакина О.В. Использование метода векторных диаграмм для объяснения дифракционных явлений / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // Сб. науч. тр. / ВГИПА. Нижний Новгород, 2002. Вып. 5. Ч. 3. С. 112 – 115.

- 4 Молотков Н.Я. Система учебного физического эксперимента для изучения дифракционных явлений / Н.Я. Молотков, О.В. Ломакина // Высокие технологии в педагогическом процессе: Тез. докл. III межд. науч.-метод. конф. / ВГИПА. Нижний Новгород, 2002. Т. 1. С. 182.
- 5 Молотков Н.Я. Учет многолучевой интерференции при доказательстве закона Вульфа-Брэггов / Н.Я. Молотков, В.Б. Дивак, О.В. Ломакина // Учебная физика. Удмуртия, Глазов, 2002. № 1. С. 48 – 50.
- 6 Ломакина О.В. Концепция комплексного учебного физического эксперимента по волновой оптике / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // Современный физический практикум: Сб. тез. докл. VII учеб.-метод. конф. стран Содружества / МФО, М., 2002. С. 258 – 259.
- 7 Молотков Н.Я. Совершенствование методики изучения дифракции в курсе общей физики технического вуза / Н.Я. Молотков, О.В. Ломакина // Актуальные вопросы развития образования и производства: Тез. докл. III Всерос. науч.-практ. конф. / ВГИПА. Нижний Новгород, 2002. С. 55.
- 8 Ломакина О.В. Закономерности создания проблемных ситуаций в целях развития творческих способностей студентов при обучении физики / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // VII научная конференция ТГТУ. Тамбов, 2002. С. 194 – 196.
- 9 Ломакина О.В. Новый способ изготовления фазовых зонных пластинок для сантиметровых электромагнитных волн / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // Актуальные вопросы преподавания физики: Материалы VI межд. науч.-практ. конф. / ПГПУ. Пенза, 2002. С. 83 – 85.
- 10 Ломакина О.В. Фокусирующее действие собирающей линзы с точки зрения теории дифракции / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // Новые технологии в преподавании физики: школа и вуз. Науч.-метод. журнал. М., 2002. № 23. С. 202 – 207.
- 11 Молотков Н.Я. Дифракция и фокусировка электромагнитных волн: Метод. указ. / Н.Я. Молотков, О.В. Ломакина. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 32 с.
- 12 Ломакина О.В. Собирающее и рассеивающее действия зеркал с точки зрения теории дифракции / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков, В.В. Шальнев // Вестник ТГТУ. Тамбов, 2003. Т. 9. № 4. С. 683 – 690.
- 13 Ломакина О.В. Изучение дифракции и фокусировки волн в техническом вузе / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // Высокие технологии в педагогическом процессе. Труды IV межд. науч.-метод. конф. преподавателей вузов, ученых и специалистов / ВГИПА. Нижний Новгород, 2003. С. 93.
- 14 Молотков Н.Я. Фокусировка вогнутым зеркалом и дифракция Френеля / Н.Я. Молотков, О.В. Ломакина // Учебный физический эксперимент: актуальные проблемы, современные решения. 8 Всерос. конф. Глазов, 2003. С. 30 – 34.
- 15 Ломакина О.В. Необходимость создания учебных проблем для развития творческих способностей учащихся и студентов / О.В. Ломакина, Н.Я. Молотков // VIII научная конференция ТГТУ. Тамбов, 2003. С. 45 – 46.
- 16 Ломакина О.В. Системный подход к анализу учебного физического эксперимента по дифракции / О.В. Ломакина // IX научная конференция ТГТУ. Тамбов, 2004. С. 174 – 175.