



**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
И ОБРАЗОВАНИЕ:  
ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

**PHYSICS AND TECHNOLOGYSCIENCES  
AND EDUCATION:  
PROBLEMS, INNOVATIONS, PERSPECTIVES**



Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Мозырский государственный педагогический университет  
имени И. П. Шамякина»  
Физико-инженерный факультет

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
И ОБРАЗОВАНИЕ:  
ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

PHYSICS AND TECHNOLOGY SCIENCES  
AND EDUCATION:  
PROBLEMS, INNOVATIONS, PERSPECTIVES

Сборник научных статей

Proceedings

Мозырь  
МГПУ им. И. П. Шамякина  
2017

УДК 53:62:37  
ББК 22.3+30+74  
Ф50

**Редакционная коллегия:**

- И. Н. Ковальчук,** декан физико-инженерного факультета,  
кандидат педагогических наук, доцент (ответственный редактор);
- Е. С. Астрейко,** заместитель декана физико-инженерного факультета по научной  
работе, кандидат педагогических наук, доцент;
- В. С. Савенко,** зав. кафедрой общей физики и методики преподавания физики,  
доктор технических наук, профессор;
- В. В. Шепелевич,** зав. кафедрой теоретической физики и прикладной информатики,  
доктор физико-математических наук, профессор;
- Г. В. Кулак,** профессор кафедры общей физики и методики преподавания  
физики, доктор физико-математических наук, профессор;
- А. И. Гридюшко,** зав. кафедрой основ строительства и методики преподавания  
строительных дисциплин, кандидат педагогических наук, доцент;
- Л. А. Иваненко,** зав. кафедрой математики и методики преподавания математики,  
кандидат педагогических наук, доцент;
- О. Ф. Смолякова,** зав. кафедрой профессионального обучения,  
кандидат педагогических наук, доцент

**Рецензенты:**

доктор физико-математических наук, профессор

*Г. С. Митюрин;*

доктор педагогических наук, профессор

*В. Н. Наумчик*

**Физико-технические науки и образование: проблемы, инновации,  
Ф50 перспективы = Physics and Technology Sciences and Education:  
Problems, Innovations, Perspectives : сб. науч. ст. = Proceedings /  
УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.)  
[и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2017. – 162 с.  
ISBN 978-985-477-616-3.**

В сборнике представлены научные статьи о перспективах развития физики, техники, математики, информатики и инновационных технологиях подготовки педагогических кадров для системы общего среднего, профессионально-технического и среднего специального образования.

Сборник научных статей адресуется научным работникам, преподавателям высшей и средней школы, аспирантам, студентам.

*Материалы публикуются в авторской редакции.*

**УДК 53:62:37  
ББК 22.3+30+74**

**ISBN 978-985-477-616-3**

© УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2017

Е. С. Астрейко, С. Л. Дворак

## ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ, ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ СЕМИНАРОВ

*В статье рассматривается опыт работы по организации, подготовке и проведению научно-методических семинаров на кафедре общей физики и методики преподавания физики, приводится программа научно-методического семинара-практикума, проходившего в 2016/2017 учебном году.*

**Ключевые слова:** научно-методический семинар, семинар-практикум, научно-исследовательская работа, обучающиеся.

*Всякое знание остается мёртвым, если в учащихся не развивается инициатива и самостоятельность, стремление к науке: учащихся нужно приучать не только к мышлению, но и к хотению.*

*Н. А. Наумов*

**Введение.** Увеличение информации, появление новых педагогических технологий в условиях перегрузки и нарастающего дефицита времени ставит преподавателей довольно в сложные условия. На сегодняшний день встаёт вопрос не о простом информировании педагога о новейших образовательных технологиях, необходимо создать систему научно-методической помощи для развития индивидуального стиля деятельности.

Одной из форм методической работы кафедры общей физики и методики преподавания физики, направленной на развитие профессиональной компетентности учителей физики, активизацию педагогических исследований, выступают научно-методические семинары, проводимые с учителями физики и астрономии г. Мозыря и Мозырского района.

**Основная часть.** К первоначальному этапу подготовки научно-методического семинара относится изучение запросов учителей физики и астрономии в новых знаниях и умениях через индивидуальные беседы, анкетирование, заявки по существующим проблемам в самообразовании. На основе анализа и обсуждения материалов формулируется тема семинара. Основная задача состоит в том, чтобы помочь педагогам осознать круг проблем в рамках тематики семинара и оценить возможности рассматриваемых технологий по их разрешению.

Затем, после того как сформулирована тематика, определены цель и задачи научно-методического семинара, обсуждается форма его проведения. Выбранная нами основная форма работы “семинар-практикум” предоставляет каждому участнику возможность побывать в роли обучающего, обучаемого и эксперта.

Семинары-практикумы, по мнению С. А. Титовой [1], требуют серьезной подготовки, т. к. на них знакомят с результатами собственной поисковой, исследовательской работы, проводившейся под руководством специалистов-ученых и апробировавшейся в течение нескольких месяцев.

В центре внимания присутствующих на таких семинарах находятся не только теоретические вопросы, но и практические умения и навыки, что особенно важно и ценно для роста профессионального мастерства педагогов.

Наряду с основной целью – обеспечение преемственности и эффективного взаимодействия учреждений образования в области научно-практической, методической и профориентационной деятельности – научно-методический семинар-практикум позволяет решить ряд не менее важных задач:

- обобщение и внедрение передового педагогического опыта;
- обмен опытом организации системы методической работы, направленной на развитие профессиональной компетентности преподавателя естественнонаучных дисциплин;
- создание условий для изучения современных образовательных технологий;
- презентация педагогами-исследователями индивидуальных программ экспериментальной работы;
- выработка единых требований к организации мероприятий учебной и методической работы и т. д.

В рамках работы семинара работниками библиотеки организуется выставка последних новинок учебно-методической литературы по предложенной тематике.

Приведём *пример программы научно-методического семинара-практикума*, проходившего в 2016/2017 учебном году.

*Тема:* «Содержательно-методические аспекты работы учителя физики и астрономии по организации учебно-исследовательской деятельности учащихся».

С приветственным словом к участникам семинара обратился заведующий кафедрой общей физики и МПФ, доктор технических наук, профессор Савенко Владимир Семёнович (фото 1).

Речиц Алла Николаевна, учитель ГУО «Средняя школа № 7 г. Мозыря», член жюри областной научно-практической конференции «Поиск» рассказала об основных требованиях, предъявляемых к оценке учебно-исследовательской работы, представляемой на научно-практическую конференцию.



**Фото 1. – Открытие научно-методического семинара-практикума**

Основные этапы работы педагога по организации учебно-исследовательской деятельности учащихся осветила Астрейко Елена Сергеевна, кандидат педагогических наук, доцент УО МГПУ им. И. П. Шамякина.

Дворак Сергей Леонидович, учитель физики ГУО «Средняя школа № 13 г. Мозыря», выявил особенности организации работы по подготовке учащихся к научно-практической конференции.

Шишова Анна Игоревна, магистрант физико-инженерного факультета выступила с докладом «Методика проведения экспертизы учебно-исследовательской работы на плагиат».

Затем Астрейко Е. С. провела мастер-класс по проведению экспертизы на плагиат учебно-исследовательской работы, представляемой на научно-практическую конференцию «Поиск».

Леонид Сергеевич Булавко, методист учебно-методического кабинета отдела образования, спорта и туризма Мозырского райисполкома, проанализировал подготовку и представление работ на научно-практическую конференцию «Поиск» учащимися школ города Мозыря и Мозырского района.

Программа научно-методического семинара-практикума предоставляла возможность общаться, обмениваться мнениями, знакомиться с опытом работы преподавателей университета и учителей физики и астрономии.

В ходе проведения научно-методического семинара-практикума (фото 2) были обсуждены проблемы организации учебной исследо-

вательской деятельности обучающихся. Основное внимание было уделено проблемам организации процесса обучения в средней общеобразовательной школе способных учащихся, подготовке их работ к участию в научно-практической конференции «Поиск».



**Фото 2. – Общее фото участников научно-методического семинара-практикума**

В результате работы на семинаре педагоги узнали:

- формы работы учащихся, которые максимально раскрывают исследовательский потенциал, способность к творческому поиску, сотрудничеству и самораскрытию;
- способы организации научного общества учащихся (НОУ) в общеобразовательной средней школе;
- требования, предъявляемые к оценке учебно-исследовательской работы учащихся и студентов;
- этапы и структуру исследовательской деятельности учащихся;
- особенности организации работы по подготовке учащихся к научно-практической конференции;
- требования, предъявляемые к учебно-исследовательской работе, представляемой на научно-практическую конференцию;
- организационные формы защиты учебно-исследовательской работы: выставка, конференция, аукцион, видеожурнал, демонстрация видеofilьма и т. д.

Закрывая научно-методический семинар-практикум, В. С. Савенко поблагодарил участников и организаторов за хорошую работу, пожелал им здоровья и творческих успехов.

**Выводы.** Научно-методические семинары, организованные на кафедре общей физики и методики преподавания физики, проходят в рамках научно-исследовательской работы «Формирование методологической культуры обучающихся при организации исследовательской деятельности по физике» (регистрационный номер – ГБ 16–2.2). Например, одним из основных направлений развития современного физического образования является изменение направленности его содержания: от информационного к методологическому.

Формирование методологической культуры учащихся, овладение ими универсальными исследовательскими умениями рассматривается теорией и методикой обучения физике как его стратегическая задача. Важное место при этом занимает формирование методологической культуры учащихся в области физического эксперимента, позволяющей сделать предметом изучения не готовые знания, а реальную действительность.

Практическое значение научно-исследовательской работы направлено на то, что результаты доводятся до уровня конкретных методических разработок и рекомендаций, которые могут быть использованы при организации научно-методических семинаров.

Опросы учителей физики и астрономии, их выступления показывают, что проведение данных семинаров в виде “мастер-классов”, когда теоретические сведения подкрепляются практическими разработками и наблюдениями, является достаточно эффективной и продуктивной формой работы.

#### **Список основных источников**

1. Азбука методической работы: планирование, формы и методы работы : методические рекомендации / С. А. Титова. – Минск : МГОУМК, 2005. – 42 с.

**Helena Astreyko, Sergey Dvorak**

#### **ON THE EXPERIENCE OF ORGANIZATION, PREPARATION AND HOLDING SCIENCE AND METHODOLOGY SEMINARS**

*Summary.* The article deals with the experience of organization, preparation and holding science and methodology seminars at the premises General Physics and Physics Teaching Methodology Chair. Program for Science and Methodology Seminar- Workshop held in Academic Year 2016/2017 is attached to this article.

**Keywords:** Science and Methodology Seminar, Seminar-Workshop, Research activities, students.

Е. С. Астрейко

## РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ИСТОРИЯ ФИЗИКИ»

*В статье рассматривается применение в образовательном процессе учебно-методических ресурсов с использованием информационных технологий на примере электронного учебно-методического комплекса по курсу «История физики». В содержании комплекса выделяются следующие разделы: «Главный», «Теоретический раздел», «Практический раздел», «Раздел контроля знаний», «Вспомогательный раздел».*

**Ключевые слова:** электронный учебно-методический комплекс, образовательный процесс, структура, разделы.

**Введение.** Реформирование системы высшего образования в настоящее время, прежде всего, связано с глубоким обновлением его содержания, а также предполагает изменение форм и методов обучения. Это происходит в связи с тем, что стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий привело к значительной перестройке информационной среды современного общества и открыло новые возможности образовательного прогресса.

Практика обучения показывает, что материал в электронной форме становится все более востребованным, поскольку более доступен и легче распространяется, чем аналогичные печатные пособия и учебники. Наиболее удобной формой для восприятия является материал, скомпонованный в единую систему. В связи с этим большинство вузов приступило к созданию электронных учебно-методических комплексов (далее – ЭУМК).

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «История физики» составлен в соответствии с типовой программой [1] и адресован студентам V курса дневной формы получения высшего образования специальности: 1 – 02 05 04 – 02 «Физика. Информатика», 1 – 02 05 04 – 01 «Физика. Математика».

История физики образует самостоятельный элемент структуры физической науки, соединяющей все её части на основе взаимной генетической связи и исторической последовательности возникновения. Являясь разделом самой физики, история физики замыкает структурную схему физики со стороны общественных наук. Предметом истории физики является изучение процесса развития физических знаний в соответствии с развитием истории человечества.

Основная цель изучения дисциплины «История физики» в педагогическом университете – формирование у студентов системы знаний в области истории и методологии физики, овладение методикой применения историко-методологических знаний в образовательном процессе.

Определяющий подход к изучению истории физики – компетентностный, который реализуется в решении следующих задач:

- изучение закономерностей и движущих сил развития физической науки, истории фундаментальных физических теорий и ее структурных элементов, формирование представлений о физической картине мира и ее эволюции в контексте развития науки и общества;
- развитие представлений о физике как источнике научного познания, основе научно-технического прогресса и важном компоненте культуры;
- изучение теории и методики формирования историко-методологических знаний учащихся по физике;
- развитие устойчивого интереса к истории физики и использованию историко-методологических знаний в преподавании в средних общеобразовательных учреждениях.

В результате изучения курса студент должен *знать*:

- историю становления и развития фундаментальных физических идей, теорий и физической картины мира;
- структуру и динамику развития физической науки, эволюцию структурных элементов знаний по физике, в том числе фундаментальных методологических идей, теорий и картины мира;
- закономерности и движущие силы развития физической науки в контексте развития общества;
- биографии выдающихся ученых-физиков, их научное творчество и вклад в развитие физики;
- философские и методологические проблемы современной физики;
- методику и технологию применения конкретных знаний по истории физики в процессе обучения физике, при проведении факультативных и внеклассных мероприятий;
- научную и методическую литературу по истории и методологии физики, вопросам методологической и мировоззренческой подготовки учащихся.

**Основная часть.** История физики является одним из важных компонентов физического образования благодаря функциям в учебном познании: гуманитарной, генерализующей, развивающей, методологической и мировоззренческой. Необходимость изучения истории физики обусловлена тем, что она является не только важнейшим компонентом

историко-методологической подготовки будущих преподавателей физики, но и составной частью содержания курса физики в средних общеобразовательных учреждениях, позволяющей решать задачи образования, воспитания и развития учащихся.

*Основная цель ЭУМК по истории физики* – оказание студентам помощи в овладении следующими компетенциями:

- анализировать структуру, особенности и динамику развития основных физических картин мира;
- осуществлять научно-методологический анализ системы физических знаний;
- использовать научную, справочную и научно-популярную литературу по истории физики в профессиональной деятельности;
- применять сведения из истории физики для решения задач обучения, развития и воспитания.

ЭУМК по «Истории физики» создан в формате HTML. Для его использования достаточно иметь компьютер с базовыми настройками операционной системы.

*Запуск ЭУМК.* Необходимо скопировать с диска на компьютер папку, в которой размещен HTML-документ «istoriy-fiziki» (работать только с этим документом). Запустить HTML-документ с помощью любого браузера с установленным на нем плагином «adobe flash player». После чего откроется следующее диалоговое окно (рисунок 1).

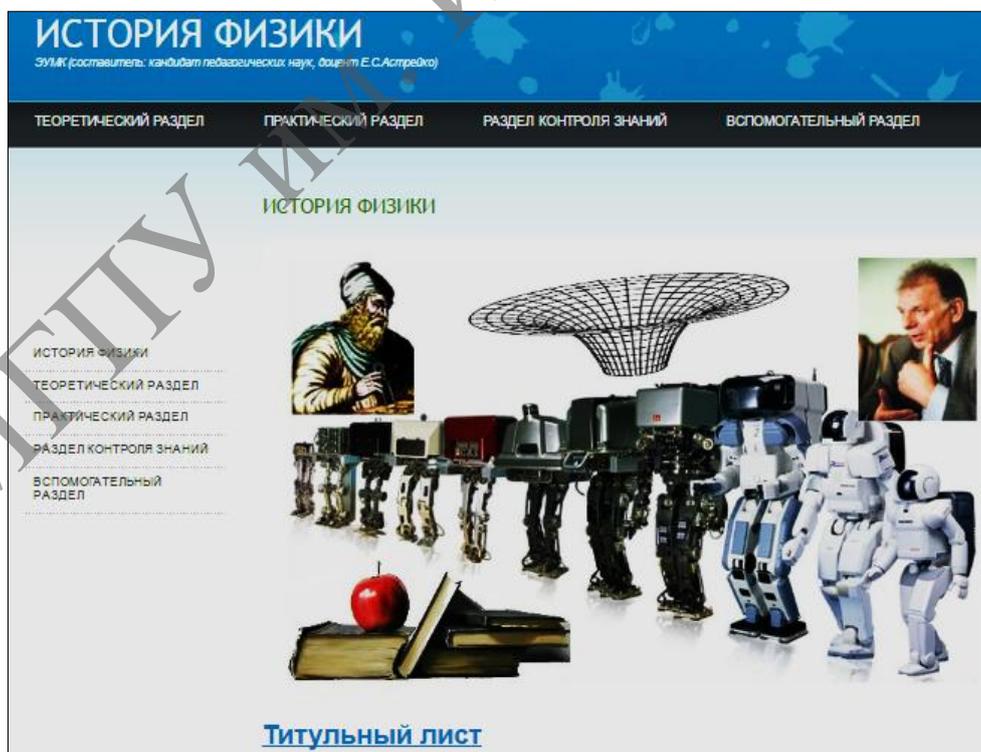


Рисунок 1. – Начальная страница

*Работа с ЭУМК.* В открывшемся окне с правой стороны представлено содержание ЭУМК с указанием разделов. Навигация осуществляется по щелчку мыши по указанному разделу.

В содержании выделяются следующие разделы: «История физики», «Теоретический раздел», «Практический раздел», «Раздел контроля знаний», «Вспомогательный раздел».

В разделе «История физики» представлены пояснительная записка к ЭУМК, титульный лист ЭУМК, типовая учебная программа «История физики» для высших учебных заведений по специальностям: 1-02 05 02 «Физика; 1-02 05 04 Физика. Дополнительная специальность», учебная программа «История физики» для специальностей 1 – 02 05 04 – 02 «Физика. Информатика», 1 – 02 05 04 – 01 «Физика. Математика».

Открыв вкладку «Теоретический раздел», можно ознакомиться с содержанием материалов к каждой из лекций (рисунок 2).

Для реализации поставленных цели и задач в структуре дисциплины выделены блоки.

1. Периодизация истории, закономерности, движущие силы и динамика развития физической науки как социального явления.

2. История фундаментальных теорий физики и структурных элементов знаний, ее составляющих понятий, законов, методов, экспериментов и постоянных.

3. Теория и методика использования исторического материала в курсе физики средних общеобразовательных учреждений с целью формирования историко-методологических знаний учащихся как условие повышения эффективности образовательного процесса.

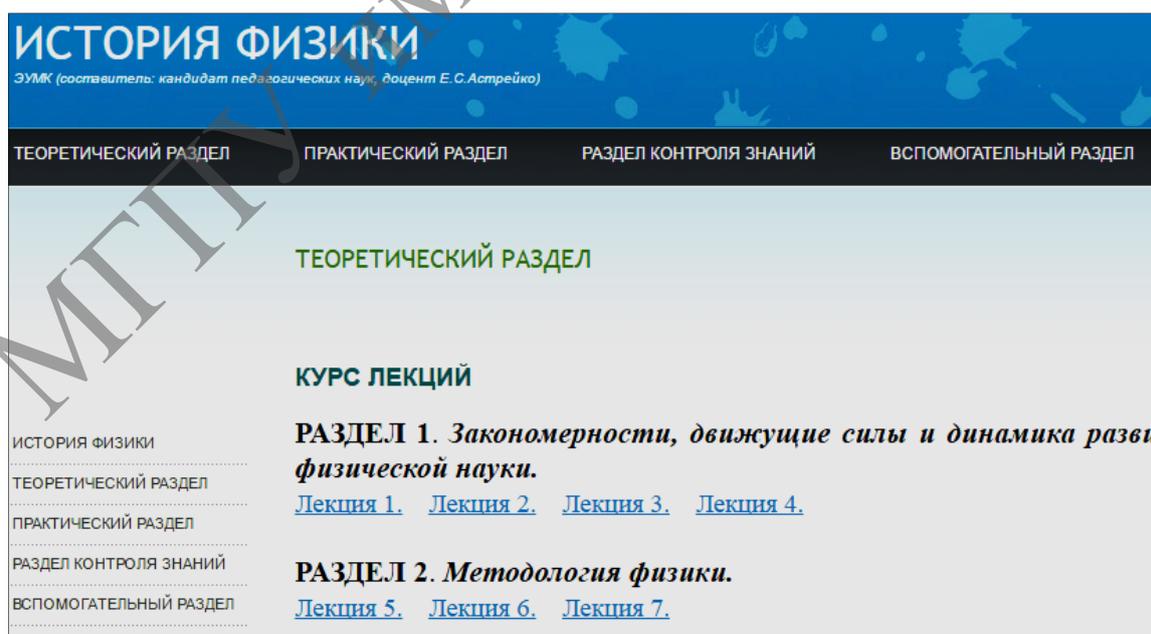


Рисунок 2. – Вкладка «Теоретический раздел»

Содержание курса лекций по истории физики представлено для самостоятельной проработки студентами. В связи с этим выделены основные вопросы, но нет чёткого их разделения в тексте лекции, что повышает самостоятельность их освоения. Темы лекции представлены в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Для отбора содержания дисциплины использованы историко-методологический и системно-логический подходы, применение которых обусловлено необходимостью развития представлений о физике как развивающейся со временем системе знаний в соответствии с циклом учебного познания: исходные факты → модель → гипотеза → логически вытекающие следствия → экспериментальная проверка → практика.

Открыв вкладку «Практический раздел», можно ознакомиться с видами семинарских занятий, их перечнем и методическими рекомендациями по проведению (рисунок 3).



Рисунок 3. – Вкладка «Практический раздел»

Методические рекомендации по выполнению практических занятий включают в себя цель семинарского занятия, основные вопросы для подготовки, задания для самостоятельной работы, вопросы и задания для самоконтроля, а также список рекомендуемой литературы.

*Семинарские занятия* – форма учебного процесса, представляющая собой групповое обсуждение студентами темы, учебной проблемы под руководством преподавателя. Семинар направлен на углубленное изучение наиболее важных и сложных разделов учебного курса физики.

В процессе семинарских занятий обучающиеся приобретают навыки самостоятельного оформления научных работ и овладевают искусством устного и письменного изложения материала.

Методические рекомендации по выполнению практических занятий включают в себя цель семинарского занятия, основные вопросы для подготовки, задания для самостоятельной работы, вопросы и задания для самоконтроля, а также список рекомендуемой литературы.

По форме проведения семинарские занятия могут быть организованы как беседа по плану, заранее сообщенному студентам, или как сообщение небольших докладов, рефератов, рецензий с последующим обсуждением выдвинутых вопросов.

При организации образовательного процесса целесообразно использовать такие формы занятий, как конференция, «круглые столы», дидактические игры; практиковать групповые и индивидуальные формы работы, встречи с известными учеными, индивидуальные консультации, разработка студентами методических проектов, мероприятий с использованием исторического материала, разработка тестовых заданий для диагностики и контроля знаний.

В разделе *контроля знаний* можно ознакомиться с понятиями «реферат по истории физики», «тест по истории физики», требованиями к написанию рефератов и примерными перечнями тем рефератов и вопросов к зачёту по дисциплине, тестовыми заданиями по истории физики (рисунок 4).

**ИСТОРИЯ ФИЗИКИ**  
ЭУМК (составитель: кандидат педагогических наук, доцент Е. С. Астрейко)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ    ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ    РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ    ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

**РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

[Примерный перечень вопросов к зачету](#)

**РЕФЕРАТЫ**

**Понятие «реферат по истории физики»**

Реферат по истории физики – доклад на заданную тему, сделанный на основе критического образа соответствующих источников информации.

[Требования к реферату](#)

[Примеры тем рефератов](#)

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ
РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Рисунок 4. – Вкладка «Раздел контроля знаний»

Здесь особо необходимо учесть контроль за самостоятельной работой студентов, которая предусмотрена рабочей программой (подготовка рефератов, сочинений, составление кроссвордов, обработка различных деталей изделий и т.д.).

*Вспомогательный раздел* представлен основными требованиями к составлению и оформлению программы факультативного курса по физике для учащихся средних общеобразовательных школ; списка рекомендуемой и использованной литературы; документальными фильмами об учёных-физиках Беларуси; презентациями и фильмами об ученых-физиках (рисунок 5).

**ИСТОРИЯ ФИЗИКИ**  
ЭУМК (составитель: кандидат педагогических наук, доцент Е.С.Астрейко)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ    ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ    РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ    **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ**

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ  
ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ  
РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ  
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1. Основные требования к составлению и оформлению программ факультативного курса.
2. Требования к содержанию факультативного курса.
3. Критерии оценки программы факультативного курса.
4. Лист экспертной оценки программы факультативного курса по истории физики.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА ПО ФИЗИКЕ [\(Скачать\)](#)

**ЗАДАЧИ С ИСТОРИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ** [\(Скачать\)](#)

**[СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ И ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ](#)**

**[РЕСУРСЫ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ](#)**

**ФИЗИЧЕСКАЯ НАУКА В БЕЛАРУСИ**

Рисунок 5. – Вкладка «Вспомогательный раздел»

**Выводы.** Преподавание дисциплины «История физики» должно удовлетворять ряду требований: исходить из представления о физике как фундаментальной науке, изучающей процессы и явления природы и присущие им закономерности и выступающей одним из компонентов культуры; трактовать физику в прикладном аспекте как практическую науку, лежащую в основе достижений современной техники и определяющую направление её развития; быть единым в методологическом отношении,

что обеспечивает структура и изложение материала по циклам развивающейся содержательно-методической спирали, состоящей из следующих основных содержательных линий:

- методы, применяемые в физических исследованиях, и полученные с их помощью важнейшие результаты;
- понятийный аппарат, выработанный к данному моменту, а также идеи, законы и теории, развитые на его фундаменте, в том числе и понятие «физическая картина мира» и его эволюция;
- основные проблемы и тенденции, направления физических исследований;
- ответвления физики, ведущие в другие отрасли наук и в практику.

Для отбора содержания дисциплины использованы историко-методологический и системно-логический подходы, применение которых обусловлено необходимостью развития представлений о физике как развивающейся со временем системе знаний в соответствии с циклом учебного познания: исходные факты, модель, гипотеза, логически вытекающие следствия, экспериментальная проверка, практика.

Разработанный нами ЭУМК по истории физики прошел апробацию и успешно используется в учебном процессе на физико-инженерном факультете УО МГПУ им. И. П. Шамякина.

Анализ исторического и методологического материала позволил выделить следующие закономерности развития физической науки:

- обусловленность развития физики социальными процессами, общим уровнем культуры и потребностями техники;
- эволюционно-революционный характер развития физической науки;
- наличие границ применимости физических понятий, законов и теорий на каждом этапе развития науки;
- преемственность, единство и минимизация физических знаний;
- использование в физике моделей и аналогий как методов теоретического познания.

#### **Список основных источников**

1. История физики : типовая учебная программа. – Введ. 11.11.2008, № ТД-А.077 / В. И. Богдан, И. М. Елисеева. – Минск : РИВШ, 2008. – 14 с.
2. Фоминых, И. В. Роль учебно-методического комплекса в обеспечении качества образования / И. В. Фоминых // Теория и практика образования в современном мире : материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г.). – СПб. : Заневская площадь, 2014. – С. 307–309.

**Helena Astreyko**

**DEVELOPMENT OF STRUCTURAL ELEMENTS OF ELECTRONIC  
ACADEMIC AND METHODOLOGY COMPLEX  
IN ACADEMIC DISCIPLINE «HISTORY OF PHYSICS»**

*Summary.* The article is devoted to description of methods that allow applying academic and methodology resources alongside with information technologies into training process. Careful use of e-academic and methodology complex “History of Physics” is described. The following parts of the complex are singled out: “General Section”, “Theoretical Section”, “Practical Sector”, “Academic Performance Rating Sector”, “Additional Section”.

**Keywords:** E-Academic and Methodology Complex, Educational Process, Structure, Sections.

УДК 372.851

**Е. А. Бабак, Н. В. Гуцко**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ РАЗДЕЛА  
«ЭЛЕМЕНТЫ КОМБИНАТОРИКИ»**

*В данной статье рассматриваются структура и содержание технологической карты раздела учебного курса «Элементы комбинаторики», в качестве технической поддержки которого используется обучающая программа «Элементы комбинаторики и теории вероятностей». Технологическая карта раздела позволяет увидеть учебный материал целостно и системно, что способствует выбору и использованию наиболее эффективных приемов и форм работы с учащимися на уроке, организации самостоятельной деятельности школьников в процессе обучения, а также осуществлению интегративного контроля результатов учебной деятельности.*

**Ключевые слова:** технологическая карта, элементы комбинаторики, обучающая программа, дидактический комплекс.

**Введение.** Элементы комбинаторики и теория вероятностей – один из разделов, введенный в школьный курс, представляющий несомненную ценность для общего образования. Полезность получаемых знаний состоит как в том значении, которое имеют эти знания для понимания и познания закономерностей окружающего нас мира, так и возможности их непосредственного применения при изучении других наук и в повседневной жизненной практике.

В связи с проведением факультативных уроков для учащихся 7–9 классов по подготовке к олимпиадам, а также включением в 2016–2017 учебном году в курс математики для учащихся 10 классов раздела «Элементы комбинаторики» появилось много вопросов [1]. Данный материал является новым не только для учеников, но и для учителей. Учебная литература резко разделяется на две категории: книги, доступные лишь читателю с солидной математической подготовкой, и книги, изучающие предмет на интуитивном уровне. Недостаточное количество учебной и дидактической литературы, не определены четкие мнения и позиции по методике преподавания, а именно по способам, последовательности изложения тем и возрастным рамкам преподавания.

Учителя математики убедились: вероятностные и комбинаторные задачи сложны для понимания ученика, поскольку теория вероятности – это очень своеобразная область математики, где между чёткими «да» и «нет» существует и категория «может быть», которая поддаётся количественной оценке [2].

Выделенная проблема обусловила основную цель работы: разработать методическую систему изучения стохастического курса в средней общеобразовательной школе с набором дидактических и методических наработок.

В результате выполнения разработан дидактический комплекс, включающий *программу учебного и факультативного курсов «Элементы комбинаторики»* для учащихся средних общеобразовательных школ и *обучающую программу «Элементы комбинаторики и теории вероятностей»*. Следует отметить, что в помощь учителю были разработаны технологические карты разделов «Элементы комбинаторики» для изучения *учебного и факультативного курсов* математики с использованием *электронной обучающей программы «Элементы комбинаторики и теории вероятностей»*.

Понятие «технологическая карта» пришло в образование из промышленного производства. Технологическая карта в дидактическом смысле представляет собой проект учебного процесса, где представлено довольно подробное описание действий от цели до результата урока с использованием инновационной технологии работы с информацией [3].

Технологическая карта урока – это графическое отображение сценария урока, план проведения урока, в котором заложены, прежде всего, методы индивидуальной работы и возможности вариативного развития урока. Здесь описывается процесс учебной деятельности, а также все операции деятельности и ее составляющие. В технологической карте может быть четко отражено взаимодействие учителя и ученика на уроке, планирование деятельности на каждом этапе урока.

Традиционный конспект – это содержание урока по вертикали, а технологическая карта – по горизонтали. При планировании урока

учитель определяет все виды деятельности обучающихся на уроке в целом и отдельных его этапах. Составляя конспект урока, учитель формулирует проблемные вопросы для обучающихся, направленные на достижение результата. Современный урок необходимо рассматривать как звено продуманной системы работы учителя, где решаются задачи обучения, воспитания и развития учащихся [4].

Технологическая карта предназначена для проектирования учебного процесса, который можно планировать как на одном уроке, так и в процессе изучения темы или всего курса. Структура технологической карты в современной школе имеет несколько модификаций. Строго обязательного описания технологической карты нет, поэтому мы разработали технологические карты разделов «Элементы комбинаторики», взяв за основу часто предлагаемые технологические карты уроков. В качестве примера рассмотрим технологическую карту по разделу «Элементы комбинаторики» для учащихся 10 классов средней общеобразовательной школы.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАЗДЕЛА

Учитель \_\_\_\_\_ Класс **10**  
 Предмет **математика** Автор УМК **Бабак Е. А.**  
 Раздел «**Элементы комбинаторики**»  
 Количество часов **10**

#### **Тип и цель уроков**

1 урок	Тип урока Цель урока	<i>изучение нового материала</i> (урок-лекция) формирование представлений об основных изучаемых понятиях раздела: «факториал», «перестановка», «размещение», «сочетание без повторений», «бином Ньютона»
	Дата	
2–8 уроки	Тип уроков	<i>решение практических, проектных задач</i> (уроки-практикумы)
2 урок	Цель урока	формирование умений и навыков использования факториала на практике
	Дата	
3 урок	Цель урока	формирование умений и навыков применения правила комбинаторного сложения и умножения на практике
	Дата	
4 урок	Цель урока	формирование умений и навыков применения нахождения числа перестановок на практике
	Дата	
5 урок	Цель урока	формирование умений и навыков применения нахождения числа размещений на практике
	Дата	
6 урок	Цель урока	формирование умений и навыков применения, нахождения числа сочетаний на практике
	Дата	
7 урок	Цель урока	формирование умений и навыков применения бинома Ньютона на практике
	Дата	

8 урок	Цель урока Дата	развитие умений и навыков решения комбинаторных задач
9 урок	Тип урока Цель урока Дата	<b>контроль</b> (урок-зачет) контроль качества и уровня владения знаниями и умениями, полученными на предыдущих уроках по темам раздела «Элементы комбинаторики»
10 урок	Тип урока Цель урока Дата	<b>обобщающее повторение</b> (урок-семинар) формирование умений обобщения и структурирования изученного материала
<b>Задачи</b>		
1 урок	Общеобразовательные  Воспитательные  Развивающие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование представлений о комбинаторике как разделе математики;</li> <li>– познакомить с основными понятиями раздела: «факториал», «перестановка», «размещение», «сочетание без повторений», «бином Ньютона»;</li> <li>– активизировать познавательную деятельность в области математики;</li> <li>– показать роль комбинаторики и теории вероятностей в системе знаний;</li> <li>– формировать культуру общения;</li> <li>– воспитать культуру учебного труда;</li> <li>– развивать познавательный интерес к окружающей жизни.</li> </ul>
2 урок	Общеобразовательные	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выработать умение вычисления факториала;</li> <li>– углубить знания о приемах быстрого арифметического счета;</li> </ul>
2–8 уроки	Воспитательные  Развивающие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проверить способность к творческому мышлению и самостоятельной деятельности;</li> <li>– закрепить умение работать с тестовыми заданиями;</li> <li>– научить применять полученные знания по теме урока на практике;</li> <li>– закрепить умения и навыки работы с компьютером;</li> <li>– вовлечь в активную практическую деятельность;</li> <li>– способствовать мобилизации усилий на безошибочное выполнение заданий;</li> <li>– воспитать культуру навыков самообразования;</li> <li>– развивать пространственное, образное мышление;</li> <li>– развивать умение анализировать;</li> <li>– развивать умение сопоставлять;</li> <li>– развивать умение сравнивать;</li> <li>– развивать логическое мышление;</li> <li>– развивать память;</li> </ul>
3 урок	Общеобразовательные	<ul style="list-style-type: none"> <li>– научить применять правила комбинаторного сложения и умножения на практике;</li> </ul>
4 урок	Общеобразовательные	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выработать умение находить число перестановок и решать комбинаторные задачи;</li> </ul>
5 урок	Общеобразовательные	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выработать умения находить число размещений и решать комбинаторные задачи;</li> </ul>

6 урок	Общеобразовательные	– выработать умения находить число сочетаний без повторений и решать комбинаторные задачи;
7 урок	Общеобразовательные	– выработать умение вычисления бинома Ньютона; – углубить знания о приемах быстрого арифметического счета;
8 урок	Общеобразовательные	– выработать навык решения комбинаторных задач;
9 урок	Общеобразовательные	– выявить качество и уровень владения знаниями и умениями, полученными на предыдущих уроках по темам раздела «Элементы комбинаторики»;
	Воспитательные	– закрепить умение решать комбинаторные задачи; – вовлечь в активную деятельность; – воспитать культуру экономного расходования ресурсов (времени); – проявить наибольшую активность в выполнении заданий;
	Развивающие	– формировать навыки самоконтроля;
10 урок	Общеобразовательные	– обобщить материал как систему знаний о комбинаторике – разделе математики; – углубить знания по комбинаторике.
	Воспитательные	– вовлечь в активную деятельность; – создать условия для реальной самооценки обучающихся, реализации их как личностей; – проявить наибольшую активность в выполнении заданий;
	Развивающие	– совершенствовать навыки общения; – совершенствовать навыки анализа и обобщения; – продолжить развитие умения приводить примеры; – научить работать с сетевыми ресурсами.

### **Планируемые результаты**

Предметные	<p>после проведения уроков учащиеся будут:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– иметь представления о комбинаторике как разделе математики;</li> <li>– знать и правильно применять понятия «перестановка», «размещение», «сочетание без повторений»;</li> <li>– уметь находить число перестановок, размещений, сочетаний без повторений;</li> <li>– решать комбинаторные задачи;</li> <li>– иметь представление о биноме Ньютона;</li> <li>– уметь применять формулу бинома Ньютона при решении задач.</li> </ul>
Личностные	<ul style="list-style-type: none"> <li>– смогут более ответственно относиться к учебе;</li> <li>– будут готовы к самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;</li> <li>– получают представление о целостном формировании мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики;</li> <li>– будут более осознанно относиться к собственным поступкам;</li> <li>– смогут продемонстрировать коммуникативные компетент-</li> </ul>

Метапредметные	ности в процессе образовательной, учебно-исследовательской, творческой и других видов деятельности. – приобретут умение классифицировать комбинации элементов без повторений; – смогут применять правила комбинаторного сложения и умножения, формулу бинома Ньютона при решении прикладных задач; – смогут самостоятельно определять цели своего обучения; – ставить и формулировать для себя новые задачи в учебе и познавательной деятельности; – овладеют основами самоконтроля; – овладеют основами самооценки; – смогут устанавливать причинно-следственные связи; – смогут строить логические рассуждения, умозаключения (индуктивное, дедуктивное, по аналогии) и делать выводы; – приобретут навыки формирования и развития ИКТ-компетентности.
----------------	---

### **Формы, связи**

Межпредметные	<i>информатика, алгебра, геометрия, физика, биология, русский язык.</i>
Формы деятельности	<i>фронтальная; индивидуальная.</i>
Формы обучения	<i>деятельностный способ обучения; практикум.</i>

### **Ресурсы**

Основные	<i>учебник; рабочая тетрадь; ПК учителя; ПК обучающихся; УМК (обучающая программа «Элементы комбинаторики и теории вероятностей»).</i>
Дополнительные	<i>презентация по теме; интерактивная доска или медиапроектор;</i>

### **Использование на уроках обучающей программы «Элементы комбинаторики и теории вероятностей»**

1 урок	<i>раздел «Теория по элементам комбинаторики», лекция, презентация</i>
2 урок	<i>раздел «Лабораторный практикум», практикум по теме «Факториал», тестовое задание</i>
3 урок	<i>раздел «Лабораторный практикум», практикум по теме «Правила комбинаторного сложения и умножения», тестовое задание,</i>
4 урок	<i>раздел «Лабораторный практикум», практикум по теме «Число перестановок с повторениями и без повторений», тестовое задание,</i>
5 урок	<i>раздел «Лабораторный практикум», практикум по теме «Число размещений с повторениями и без повторений», тестовое задание,</i>

6 урок	раздел «Лабораторный практикум», <i>практикум по теме «Число сочетаний с повторениями и без повторений», тестовое задание,</i>
7 урок	раздел «Лабораторный практикум», <i>практикум по теме «Бином Ньютона», тестовое задание,</i>
8 урок	раздел «Лабораторный практикум», <i>практикум по теме «Решение комбинаторных задач», тестовое задание,</i>
9 урок	раздел «Тесты по элементам комбинаторики», <i>итоговое тестирование тест 1, тест 2,</i>
10 урок	раздел «Теория по элементам комбинаторики», <i>основные термины, таблица формул,</i> раздел «Практические задачи», <i>практические задачи,</i> раздел «Олимпиадные задания», <i>олимпиадные задания.</i>

Технологическая карта – это новый вид методической продукции, обеспечивающей эффективное и качественное преподавание учебных курсов в школе и возможность достижения планируемых результатов освоения основных образовательных программ.

Обучение с использованием технологической карты позволяет организовать эффективный учебный процесс, обеспечить реализацию предметных, метапредметных и личностных умений (универсальных учебных действий).

Сущность проектной педагогической деятельности в технологической карте заключается в использовании инновационной технологии работы с информацией, описании заданий для ученика по освоению темы, оформлении предполагаемых образовательных результатов. Технологической карте присущи следующие отличительные черты: интерактивность, структурированность, алгоритмичность при работе с информацией, технологичность и обобщённость.

Таким образом, технологическая карта позволяет увидеть учебный материал целостно и системно, проектировать образовательный процесс по освоению темы с учётом цели освоения курса, гибко использовать эффективные приёмы и формы работы на уроке, согласовать действия учителя и учащихся, организовать самостоятельную деятельность школьников в процессе обучения; осуществлять интегративный контроль результатов учебной деятельности.

### **Список основных источников**

1. Математика 5–11 классы. Примерное календарно-тематическое планирование по учебному пособию Л. А. Латотина, Б. Д. Чеботаревского : пособие для учреждений общего среднего образования. – Минск : Национ. инст. обр. «Аверсэв», 2015. – 128 с.

2. Растрёпина, Н. М. Организация изучения элементов комбинаторики, теории вероятностей и статистики в школе // Pandia @ [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/78/066/7555.php>. – Дата доступа: 04.02.2017.

3. Капранова, М. Н. Проектирование технологической карты урока // М. Н. Капранова / Технология. Все для администратора школы. – 2015. – №5 (41). – С. 2–9.

4. Шакенко, Т. Н. Рекомендации по составлению технологической карты урока // Социальная сеть работников образования [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/materialy-k-attestatsii/library/2013/07/26/>. – Дата доступа: 16.09.2016.

**Helena Babak, Natalia Hutsko**

### **DEVELOPMENT OF IMPLEMENTATION CHART FOR SECTION «ELEMENTS OF COMBINATORIAL THEORY»**

*Summary. Structure and Contents of Implementation Chart developed for Academic Section “Elements of Combinatorial Theory” where academic module “Elements of Combinatorial and the Theory of Probability” was used as tech support was described in the article. As it was stated this implementation chart allowed to see academic contents more integrally and comprehensively and as a result to choose more enchasing methods and forms of studies, to teach pupils how to work individually and maintain integrative control over learning outcome.*

**Keywords:** technological map, elements of combinatorial theory, training program, complex for Didactics.

УДК 665.622.43

**Л. Н. Бакланенко, В. П. Дубодел, А. В. Бакланенко**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЭМУЛЬСИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ НЕФТЕШЛАМА**

*В статье рассматривается возможность получения стабильных водомасляных эмульсий из нефтешлама, полученного при дренировании, пропарке нефтепроводов, емкостей и резервуаров.*

*Проведено исследование стабильности смеси раствора кальцинированной соды в воде с нефтешламом.*

**Ключевые слова:** эмульсия, нефтешлам, нефтепродукты, переработка, ИК-спектр, кальцинированная сода.

**Введение.** Отходы нефтеперерабатывающего производства, применяемые при проведении исследований, представляли собой нефтешламы Мозырского нефтеперерабатывающего завода, которые образуются в процессе дренирования и пропарки нефтепроводов и резервуаров для хранения и транспортирования нефти.

Твердые механические примеси в исследуемых образцах нефтешлама состоят из оксидов металлов (в основном железа) с небольшим содержанием глинисто-песчаных пород. В нефтепродуктах, кроме летучих фракций, присутствует небольшое количество асфальто-смоляных компонентов. С точки зрения физической химии, нефтешлам является агрегативно-устойчивой водно-нефтяной эмульсией с дисперсной минеральной фазой, образованной частицами оксидов металлов.

Для проведения исследований эмульсию из нефтешлама отстаивали в течение 7 суток, затем сливали верхний слой, оставив в осадке около 20 % первоначального объема, и фильтровали через сито с размером ячейки 0,5 мм для удаления случайных крупных примесей.

Нефтешлам подвергался регенерации методом электрокоагуляции. Перед электрокоагуляцией он имел следующий состав: масло свободное нефтяное – 30 %, масло полуэмульгированное – 5 %, масло эмульгированное – 5 %, загрязнения – 10 %, остальное вода.

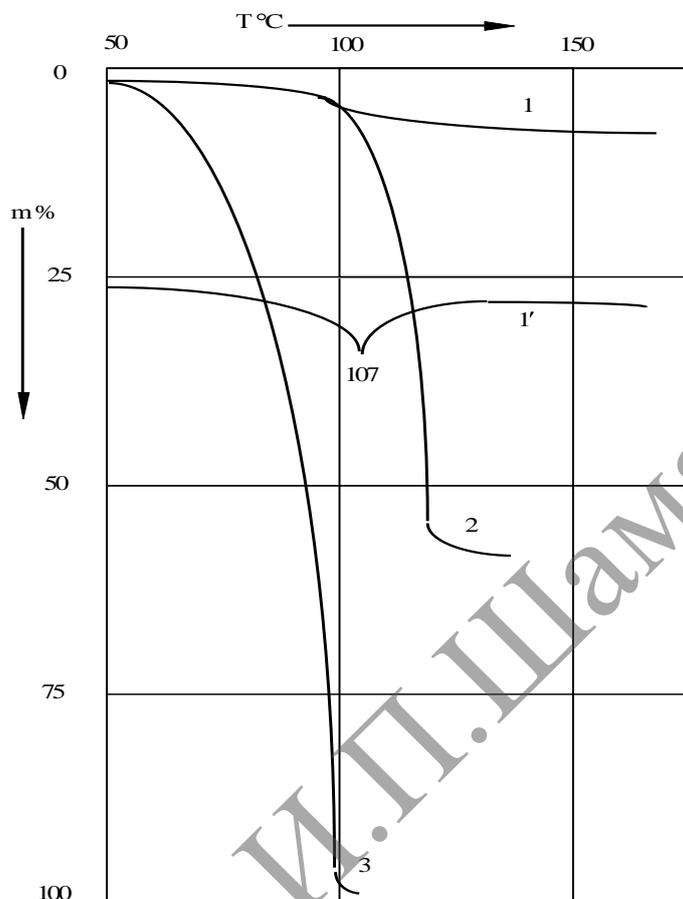
После электрокоагуляции нефтешлам отделяли от воды и загрязнений. В качестве эмульгатора применяли кальцинированную соду (ГОСТ 9179-77). Рабочие смеси готовили путем смешения воды (или раствора кальцинированной соды в воде) с нефтешламом при температуре 50–60° С до получения однородной смеси.

В ходе испытаний контролировали стабильность смеси и при ее расслоении фиксировали высоту (объем) образовавшихся слоев. Для определения содержания воды в нефтешламе применяли методы термогравиметрического (ТГА) и дифференциально-термического (ДТА) анализов. Кривые ТГА и ДТА снимали на дериватографе (фирма МОМ, Будапешт), используя образец постоянной массы.

На рисунке 1 представлены кривые ТГА и ДТА для исходного нефтешлама. На термогравиметрической кривой в области температур 90–120° С наблюдается интенсивное уменьшение массы образца, обусловленное выделением воды из нефтешлама. Соответственно в этой области температур на кривой ДТА имеется пик (рисунок 1, кривая 1'), подтверждающий эндотермический характер процесса.

Для сравнения на рисунке 1 приведена кривая ТГА для воды. Видно, что интенсивное уменьшение массы образца происходит уже при 50° С и заканчивается при 105° С. Очевидно, что нефтепродукт блокирует испарение воды и поэтому заметное падение массы начинается лишь при температуре, близкой к температуре кипения воды. Подтверждением этому

может служить кривая ТГА смеси нефтепродукта с водой (рисунок 1, кривая 2).



**Рисунок 1. – Изменение массы в зависимости от температуры при термогравиметрическом (ТГА) 1-3 и дифференциально-термическом (ДТА) 1' анализах исходного нефтепродукта (1, 1'), воды (3) и смеси нефтепродукта с водой (2)**

В данном случае устойчивой эмульсии не образуется и смесь довольно быстро расслаивается на исходные компоненты. В результате кривые ТГА для нефтепродукта и его смеси с водой (рисунок 1, кривые 1, 2) вплоть до температуры  $100^{\circ}\text{C}$  совпадают, то есть вода из-под слоя нефтешлама практически не испаряется.

На рисунке 2 приведены ИК-спектры поглощения исходного нефтешлама. В спектрах наблюдаются полосы поглощения в области  $3200\text{--}3500\text{ см}^{-1}$  и  $1670\text{--}1690\text{ см}^{-1}$  обусловленные, соответственно, валентными и деформационными колебаниями связи О-Н в молекулах воды. Полосы поглощения в области  $1300\text{--}1500\text{ см}^{-1}$ , и  $2700\text{--}3000\text{ см}^{-1}$  связаны с деформационными и валентными колебаниями связи С-Н в молекулах масла. Исследуемый нефтешлам является относительно однородным материалом, так как ИК-спектры поверхностного и глубинного слоев по существу не отличаются.

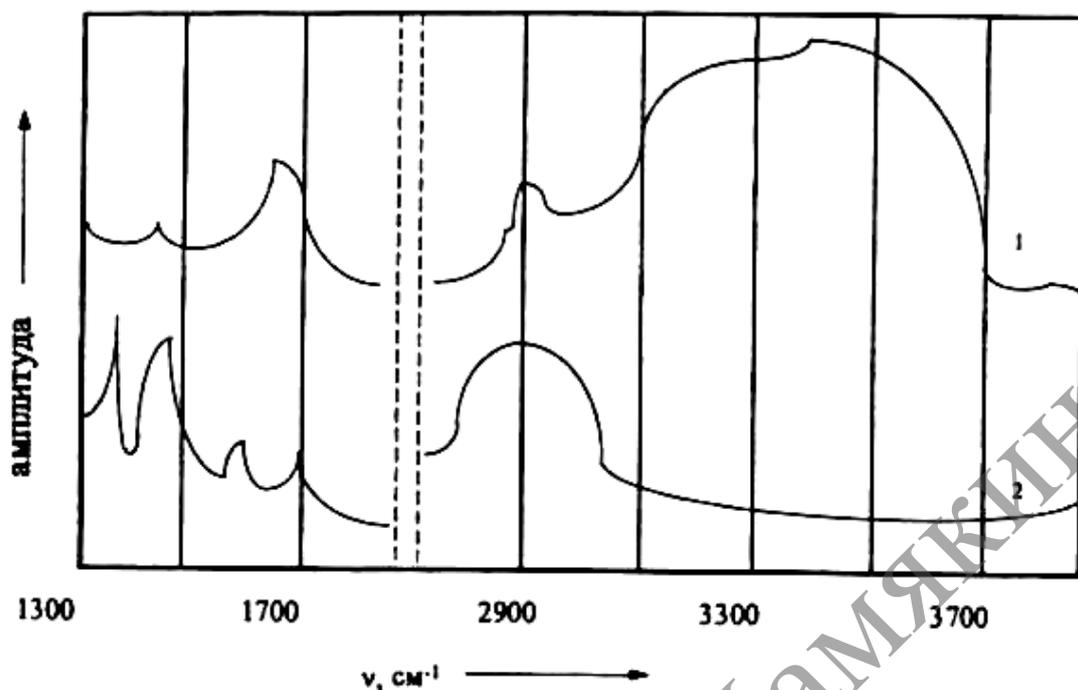
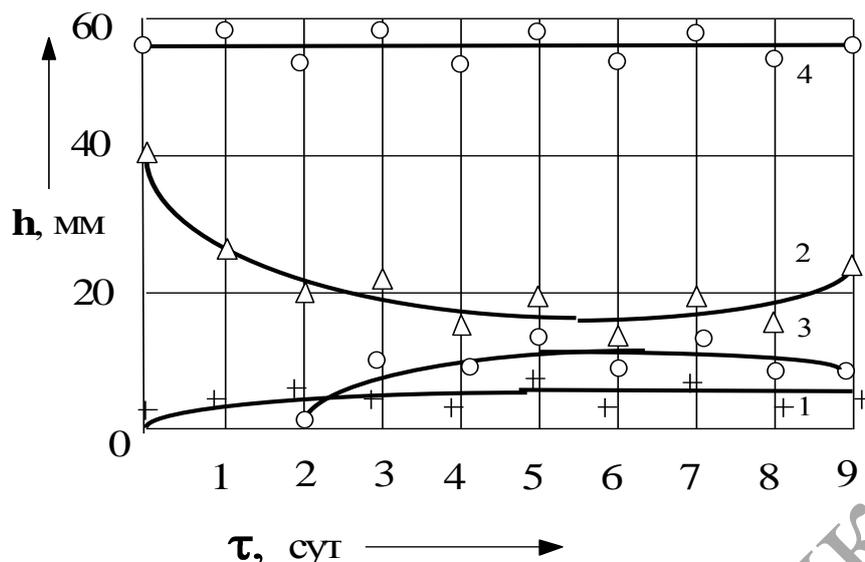


Рисунок 2. – ИК-спектры поглощения исходного нефтешлама

Используя в качестве эмульгатора кальцинированную соду, довольно легко удастся получить однородную эмульсию, которая, однако, через 2–3 часа выдержки расслаивается на два слоя. Верхний слой имеет темно-коричневый цвет и представляет собой обратную эмульсию типа «вода в масле». В нижнем слое находится прямая эмульсия типа «масло в воде», имеющая молочный цвет.

На рисунке 3 представлены данные по изменению толщины слоев этих эмульсий в процессе выдержки эмульсии при комнатной температуре. Через одни сутки выдержки на поверхности эмульсии образуется слой масла (в дальнейшем слой I), толщина которого медленно нарастает (рисунок 3, кривая 1). Несколько позже между слоями обратной (слой II) и прямой (слой IV) суспензии возникает разделительный слой (слой III). Толщина слоя III через 4–5 суток устанавливается на постоянном уровне (рисунок 3, кривая 3). Можно считать, что с этого момента обратная эмульсия становится стабильной и может использоваться для различных целей (антикоррозийной защиты, смазки металлических форм в производстве бетонных и железобетонных изделий и для получения СОЖ и т. д.). В отличие от обратной, прямая эмульсия имеет высокую стабильность с начального момента разделения исследуемой эмульсии на два слоя (толщина слоя IV в процессе выдержки не меняется (рисунок 3, кривая 4)). Поэтому прямую эмульсию можно уже на начальной стадии выдержки отделять и повторно использовать на различных технологических операциях металлообработки.



1 – слой масла; 2 – слой обратной эмульсии, типа «вода в масле»;  
 3 – разделительный слой; 4 – слой прямой эмульсии, типа «масло в воде»  
 Рисунок 3. – Зависимость толщины слоев эмульсии от продолжительности выдержки смеси исходного нефтешлама с водой и кальцинированной содой

Слой I и III образуются, в основном, за счет материала слоя обратной эмульсии, поскольку увеличение их толщины сопровождается эквивалентным уменьшением толщины слоя II. Эти слои не являются устойчивыми образованиями, и в процессе длительной выдержки можно наблюдать их расслоение. Слой I разделяется на слои окисленного и неокисленного продукта, а в слое III вначале происходит образование нескольких слоев, которые затем преобразуются в два слоя. Наблюдая за превращениями внутри слоя III, можно видеть, что выделяющаяся внутри его масляная компонента смеси через слой обратной эмульсии постепенно поступает в слой I.

Представление экспериментальных данных по формированию слоев I–IV являются особо наглядными, если изменение объемов слоев приводить в нарастающем итоге на фоне постоянного объема смеси.

Таким образом, разделение смеси исходного нефтешлама с водой с использованием в качестве эмульгатора кальцинированной соды позволяет получить три вида стабильных продуктов: масло, прямую и обратную эмульсии, пригодных к дальнейшему использованию.

#### Список основных источников

1. Бакланенко, Л. Н. Технология повторного использования отработанных регенерированных смазочно-охлаждающих жидкостей: моногр. / Л. Н. Бакланенко. – Мозырь : УО МГПУ им. И.П.Шамякина, 2008. – 95 с.

**Lyudmila Baklanenko, Vladimir Dubodel, Alexei Baklanenko**

## **CONSISTENCY INVESTIGATION OF EMULSION DERIVED FROM OIL SLIME**

***Summary.** The article is devoted to availability of sustainable water and oil emulsion derived from oil slime that has been produced while drainage, steam cleaning of petrol pipes, tankages and basins.*

*Consistency investigation of blends solution consisted of sodium carbonate and water mixed with oil slime was conducted.*

**Keywords:** emulsion, oil slime, oil products, processing, infra-red spectrum, sodium carbonate.

УДК 372.8

**А. А. Бондаренко, А. А. Голуб**

## **ЭЛЕКТРОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ»**

*В статье рассматриваются методические возможности электронных изданий на примере электронного учебника по дисциплине «Компьютерные сети» для специальности «Прикладная математика (научно-педагогическая деятельность)».*

**Ключевые слова:** электронный учебник, учебный процесс, персональный компьютер.

**Введение.** В современных образовательных учреждениях большое внимание уделяется компьютерному сопровождению профессиональной деятельности. В учебном процессе используются обучающие и тестирующие программы по различным дисциплинам образовательного стандарта [1].

Проведенные статистические исследования использования обучающих и тестирующих программ по различным дисциплинам (в рамках учебного процесса и компьютерных курсов) показывают, что их применение позволило повысить не только интерес к будущей специальности, но и успеваемость по данной дисциплине. Большинство учащихся эффективнее воспринимают информацию зрительно, тем более, если она качественно оформлена. Эти программы дают возможность каждому учащемуся независимо от его уровня подготовки активно участвовать в процессе образования, индивидуализировать своё обучение, осуществлять самоконтроль. Учащиеся начинают получать удовольствие от самого процесса обучения, независимо от внешних мотивационных факторов. Этому способствует и то, что используемые информационные технологии обу-

чения на время получают отдельные функции преподавателя. Компьютер в этом случае выступает в роли терпеливого педагога-репетитора, который способен показать ошибку и дать правильный ответ, и повторять задание снова и снова, не выражая ни раздражения, ни досады.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящее время в сфере образования наиболее актуальным становится разработка особого вида компьютерных программ – электронных учебников по различным дисциплинам. Электронный учебник – это *программное обеспечение*, используемое в образовательном процессе и заменяющее собой традиционный бумажный учебник. Технологии устройств, на которых будут работать электронные пособия, позволят, помимо текста, предоставлять ученикам возможность прослушивать аудиофайлы, просматривать видеоролики, получать доступ к копиям различных документов, перекрестным материалам из других пособий и энциклопедий. Компьютерные учебные программы создаются по тем дисциплинам, которые являются профилирующими в профессиональной подготовке [2].

Электронные учебники обычно предоставляются в виде компакт-диска (CD-ROM), содержимое которого можно воспроизвести на персональном компьютере. Компакт-диск может сопровождаться дополнительными материалами: инструкцией по использованию, описанием содержимого, указанием минимальных системных требований для работы с учебником.

Такой учебник отличается от печатного и по своему внутреннему оформлению, и по внешнему виду. Разумеется, можно взять какую-либо печатную книгу и преобразовать ее в электронное издание. Тогда текст будет находиться не на листах бумаги, а в памяти компьютера. Если еще при этом использовать звук, видео, анимацию, гиперссылки, то это уже будет иное по своей структуре издание.

Электронные учебники распространяются или с помощью компакт-дисков, или через сеть Интернет. В настоящее время существует большое количество Web-сайтов электронных изданий. Это и каталоги, и справочники, и учебная литература, и тексты художественных книг, и другая разнообразная информация.

В данной статье представлен электронный учебник по дисциплине «Компьютерные сети». В электронный учебник включены курсы лекций, лабораторные работы и тестовые задания по дисциплине «Компьютерные сети». Мною было решено написать электронный учебник в виде Web-сайта с использованием языка гипертекстовой разметки HTML. Внешний вид главной страницы учебника представлен на рисунке.

Дисциплина «Компьютерные сети» знакомит студентов с технологиями построения и функционирования компьютерных сетей. В рамках данного курса приводятся основные понятия и определения сетевых архитектур, топологий, методов доступа к средам передачи данных, компонентов компьютерных сетей [3].

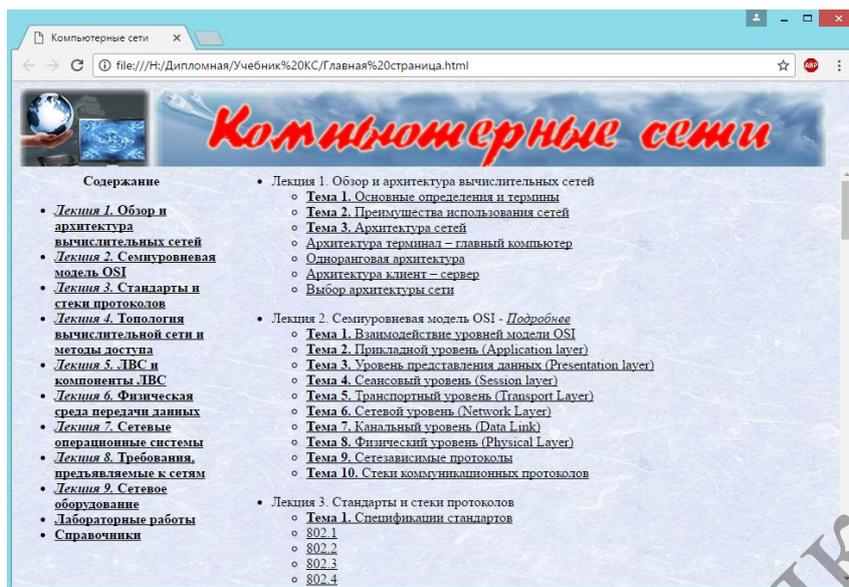


Рисунок – Главная страница электронного учебника

В созданном учебнике раскрыты следующие основные вопросы:

- теоретические основы построения и функционирования локальных сетей;
- технологии интеграции локальных сетей в глобальную сеть Интернет и передачи данных в глобальной сети;
- обзор функциональных возможностей коммуникационного оборудования и технологий их реализации;
- средства анализа трафика в сетях и методы его минимизации;
- основы проектирования локальных сетей и их интеграции в глобальные сети.

Целью разработанного электронного учебника по дисциплине «Компьютерные сети» является формирование у студентов знаний и навыков по работе с компьютерными сетями, в частности, студенты должны освоить следующие правила и приёмы:

- умение настроить персональный компьютер на работу в компьютерной сети с использованием различных сервисов и локализовать проблемы, возникающие при работе с этими сервисами в локальной и глобальной сетях;
- научиться анализировать предполагаемый трафик при разработке клиент-серверных приложений;
- поставить задачу и, при необходимости, спроектировать и настроить компьютерную сеть небольшого предприятия с интеграцией ее в глобальную сеть.

**Выводы.** Разработанный учебник можно применять в рамках обучения студентов специальности «Прикладная математика (научно-педагогическая деятельность)».

Стоит отметить, что распространение и хранение электронных учебников может осуществляться с использованием любых цифровых носителей информации – магнитные диски, USB-накопители.

#### **Список основных источников**

1. Беспалько, В. П. Образование и обучение с участием компьютеров / В. П. Беспалько. – М. : Изд. Московского психолого-социального института, 2002. – 352 с.
2. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / И. Г. Захарова. – 3-е изд. – М. : Академия, 2007. – 192 с.
3. Зимянин, Л. Ф. Компьютерные сети : курс лекций / Л. Ф. Зимянин. – Минск : БГУ, 2006. – 335 с.

**Aliaksei Bandarenka, Aliaksandr Holub**

#### **ELECTRONIC SUPPORT FOR DISCIPLINE «COMPUTER NETWORKS»**

*Summary.* The article examines methodical possibilities of electronic editions as shown in electronic textbook "Computer Networks".

**Keywords:** electronic textbook, educational process, personal computer.

УДК 621.729

**А. Л. Голозубов**

#### **ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ В ТОНКОПЛЕНОЧНОМ ПОКРЫТИИ И ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ОБЛАСТИ ПОДЛОЖКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР**

*В статье представлены результаты, свидетельствующие о том, что в качестве материала для тонкопленочных покрытий целесообразно использовать покрытия с преимущественным содержанием оксида кремния, т.к. эти покрытия в процессе воздействия высоких температур не претерпевают существенных изменений свойств, связанных с изменением химического элементного состава*

**Ключевые слова:** термодинамическая модель, тонкопленочное покрытие, подложка, воздействие высоких температур, оксид кремния, химический элементный состав

**Введение.** Образование на поверхности деталей защитных покрытий является наиболее эффективным направлением повышения сопротивления высокотемпературной коррозии. Защитные покрытия изолируют поверхность материала детали от окружающей среды, препятствуют проникновению к ней агрессивной среды и тем самым предохраняют материал от коррозии и разрушения. Наибольшее практическое значение имеет химическая коррозия при повышенных температурах в газовых средах, содержащих кислород и в расплавах металлов.

Плазмохимическое нанесение защитных покрытий является ресурсосберегающей технологией, позволяющей надежно защищать металлы от высокотемпературной коррозии путем нанесения на их поверхности химически устойчивых соединений на основе карбидов, нитридов и оксидов кремния, имеющих высокие физико-механические свойства [1].

В процессе высокотемпературного нагрева подложек с нанесенным тонкопленочным кремнийсодержащим покрытием (ТП) происходит контакт покрытия с кислородсодержащими средами (воздухом) и материалом подложки (сталь), результатом такого взаимодействия могут стать реакции как в твердой фазе покрытие – подложка, так и на границе раздела фаз покрытие – газовая среда.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для исследования возможности протекания таких реакций использовалась разработанная в МГТУ им. Баумана автоматизированная система термодинамических расчетов Астра-4/pc. Методическую основу расчета параметров равновесных состояний многокомпонентных гетерогенных химически реагирующих рабочих тел составляют фундаментальные законы термодинамики. Термодинамическая модель, построенная с их помощью для закрытых термодинамических систем, находящихся в равновесии, устанавливает связи между внешними и внутренними (заданными и определяемыми) параметрами состояния. Модель построена для достаточно общего случая и предусматривает возможность образования в равновесии газообразных и конденсированных веществ, электронейтральных и ионизированных компонентов, чистых фаз и их растворов. Алгоритм расчета универсален и позволяет рассчитывать равновесный состав и характеристики смесей, содержащих произвольный набор химических элементов. Допускается возможность описания взаимодействия системы с окружающей средой путем задания произвольной пары параметров.

Программный комплекс позволяет проводить исследования процессов нагрева, изменения химического состава и термического разрушения изолирующих покрытий при взаимодействии с химически активными средами.

В основу алгоритма многоцелевого программного комплекса Астра.4/pc положен универсальный термодинамический метод определения характеристик равновесия произвольных гетерогенных систем, основанный на

фундаментальном принципе максимума энтропии. Этот метод предоставляет уникальную возможность обобщенного описания любого высокотемпературного состояния с помощью одних только фундаментальных законов термодинамики, независимо от условий и способов достижения равновесия. Метод требует минимальной информации о самой системе и о ее окружении.

Формулировка задачи термодинамического моделирования требует назначить два условия равновесия изучаемой системы с окружающей средой. Этими условиями могут быть либо численные значения термодинамических характеристик равновесия, либо функциональные соотношения между параметрами этого состояния. Для описания самой системы как материального объекта необходимо знать лишь содержание образующих ее химических элементов. Внутренние и межфазные взаимодействия описываются модельными термодинамическими соотношениями, для замыкания которых используются свойства только индивидуальных веществ – компонентов равновесия.

Благодаря простоте постановки задачи моделирования, программный комплекс Астра.4/pc позволяет использовать термодинамический метод для изучения большого числа самых разнообразных высокотемпературных состояний и процессов.

Среди них можно назвать:

- определение области допустимых условий проведения технологических процессов нанесения покрытий, получения материалов со специальными свойствами, ультрадисперсных порошков, синтеза сверхтвердых и жаростойких соединений и др.;
- расчетно-теоретическое изучение режимов металлургических процессов выделения из руд редких и легирующих элементов и сплавов;
- исследование процессов нагрева, изменения химического состава и термического разрушения изолирующих покрытий при взаимодействии с химически активными средами;
- анализ энергетических возможностей и экологических проблем высокотемпературной комплексной переработки минерального сырья и природных ресурсов;
- определение состава и свойств плазмы в импульсных и непрерывных газоразрядных источниках излучения, плазмогенераторах, в аэрокосмической технике;
- анализ рабочего процесса в тепловых машинах и энергетических установках различного назначения;
- расчет характеристик и состава газообразных и гетерогенных сред за фронтом ударной волны.

Этот перечень может быть продолжен, поскольку область применения программного комплекса Астра.4/pc ограничена лишь допущениями математической модели, положенной в основу вычислительного алгоритма.

Исходные допущения могут быть сформулированы следующим образом:

- рассматриваются системы в состоянии внешнего и внутреннего термодинамического равновесия (полного или локального);
- рассматриваются замкнутые системы, т. е. не обменивающиеся веществом с окружающей средой;
- присутствие газовой фазы обязательно; газовая фаза описывается уравнением состояния идеального газа;
- поверхностные эффекты на границе раздела фаз не учитываются, растворимость газов в жидких и твердых фазах отсутствует;
- конденсированные вещества образуют однокомпонентные несмешивающиеся фазы либо включаются в состав идеальных конденсированных растворов.

В программном комплексе Астра.4/pc предусмотрена возможность учета некоторых неидеальностей.

К ним относятся:

- исключение из числа учитываемых компонентов равновесия любых индивидуальных веществ;
- возможность назначать (фиксировать) концентрации одного или нескольких веществ с последующим расчетом равновесия по оставшейся части системы;
- рассмотрение неидеальных конденсированных растворов путем задания избыточной энергии Гиббса;
- учет собственного объема, занимаемого конденсированными веществами.

Расчеты состава фаз и характеристик равновесия проводятся с использованием справочной базы данных по свойствам индивидуальных веществ. База данных является составной частью программного комплекса Астра.4/pc.

Основу информации в базе данных составляют термодинамические, теплофизические и термохимические свойства индивидуальных веществ, систематизированных в Институте высоких температур АН СССР, Национальном бюро стандартов США, опубликованных в периодической печати, монографиях и справочниках [2], а также обработанных и рассчитанных в МГТУ им. Н. Э. Баумана по молекулярным, калориметрическим и спектроскопическим данным.

База данных сделана открытой для пользователей и допускает расширение и корректировку информации.

В соответствии с алгоритмом программного комплекса Астра.4/pc процедура отыскания равновесных параметров и состава фаз исследуемых смесей полностью отделена от информации о термодинамических свойствах индивидуальных веществ, которые, в свою очередь, организованы в независимую базу данных на магнитном носителе.

После получения задания на расчет равновесия, в результате обработки входных данных, выделяются названия химических элементов, образующих систему. С этим перечнем выполняется обращение к базе для формирования списка индивидуальных веществ и их свойств. Процедура отбора сводится к проверке химических формул соединений: не входят ли в их состав элементы, отсутствующие во входной информации на расчет конкретного равновесия.

Таким образом, в состав ожидаемых компонентов фаз включаются все имеющиеся в базе данных и допустимые вещества. По каждому из них извлекается следующая информация:

- температурные пределы аппроксимации термодинамических свойств;
- коэффициенты полинома, аппроксимирующего термодинамические свойства;
- энтальпия образования;
- параметры потенциальной функции
- взаимодействия Леннард-Джонса (Штокмайера) для газообразных веществ;
- удельный мольный объем для конденсированных веществ.

Рассматривались три основных типа тонкопленочных кремнийсодержащих покрытий стехиометрического состава:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ .

Температурный интервал задавался из условий начала прохождения реакций окисления и изменения фазового состояния подложки.

Расчеты показали, что при контакте с воздухом покрытие на основе  $\text{SiO}_2$  не вступает в реакцию с элементами, находящимися в воздухе и подложке вплоть до температуры плавления подложки.

Покрытия на основе  $\text{Si}_3\text{N}_4$  и  $\text{SiC}$  при температуре более 300 К начинают вступать в реакцию с кислородом с образованием  $\text{SiO}_2$ .

**Выводы.** Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод, что при воздействии высоких температур в кислородсодержащих средах взаимодействие тонкопленочных покрытий происходит в сторону образования оксида кремния, который сохраняет стабильный химический элементный состав вплоть до температуры плавления подложки.

Образцы из отделенных от подложки фрагментов ТП исследовались методом РСМА-анализа на СЭМ "Nanolab-7" со спектром энергетической дисперсии EDS "Sistem 860".

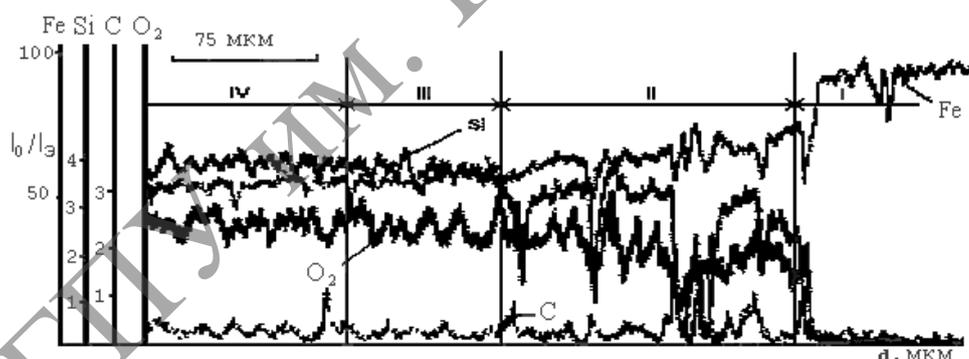
Анализ полученных данных о химическом элементном составе ТП после высокотемпературных испытаний показал, что после высокотемпературных испытаний образцов с кремнийсодержащим ТП в их составе не наблюдается содержания углерода, при этом соответственно происходит увеличение содержания кислорода с 23,85 % до проведения испытаний до 26,67 % после проведения испытаний. Учитывая, что кремнийсодержащее ТП представляет собой сложный псевдосплав нестехиометрического со-

става, содержащий в своем составе оксиды, карбиды и нитриды кремния, не имеющий кристаллического строения и представляющий собой аморфную (стеклообразную) структуру, можно заключить, что при действии высоких температур происходит выгорание в составе ТП карбидов (исходное содержание углерода – 0,08–0,14 %) и незначительное насыщение его кислородом.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что в качестве материала для тонкопленочных покрытий целесообразно использовать покрытия с преимущественным содержанием оксида кремния, т.к. эти покрытия в процессе воздействия высоких температур не претерпевают существенных изменений свойств, связанных с изменением химического элементного состава.

Анализ концентрационных кривых на различных участках исследуемой поверхности косоугольного шлифа образцов после высокотемпературных испытаний показал, что взаимодиффузия элементов покрытия и подложки отсутствует.

Исследования образца после его нагрева до 850°С и выдержки в течение 1 ч в воздушной атмосфере проводилось по поверхности косоугольного шлифа и покрытия с использованием РЭМ "Nanolab-7" с микронзондом MS-46 и анализатором спектра волновой дисперсии SWD фирмы "Самса". Вид концентрационных кривых (рисунок) позволяет сделать вывод об отсутствии диффузии элементов тонкопленочного покрытия в стальную подложку.



I – подложка; II – переходная зона; III – покрытие; IV – поверхность покрытия  
Рисунок – Вид концентрационных кривых по поверхности косоугольного шлифа

#### Список основных источников

1. Голозубов, А. Л. Теоретические и технологические аспекты осаждения защитных тонкопленочных кремнийсодержащих покрытий из дуговой низкотемпературной плазмы при атмосферном давлении / А. Л. Голозубов. – Мозырь : Белый ветер, 2012. – 218 с.
2. Barin, J. Thermochemical properties of inorganic substances / J. Barin, O. Knacke. – Berlin : Springer-Verlag, 1973. – 921 p.

Andrei Golozybov

## THERMODYNAMIC MODEL OF PROCESSES HELD IN THIN FILM COATING AND SUPERSTRUCTIVE SUBSTRATE AREA ON EXPOSURE TO HIGH TEMPERATURES

*Summary.* The author claims that the material for thin-film coating must contain silicon oxide because there will be no significant changes in the properties like chemical element composition when there is exposure of high temperatures. The results of the investigation are presented in the article.

**Keywords:** thermodynamic model, thin film coating, substrate, effects of high temperatures, silicon oxide, chemical element composition.

УДК 338.012

Н. Н. Докучаева

## УРОВЕНЬ ОБРАЗОВАННОСТИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ КАК ФАКТОР СТАБИЛЬНОСТИ ЭКОНОМИКИ

*Статья посвящена анализу уровня образования трудовых ресурсов в Республике Беларусь за последние 15 лет. Показана зависимость изменения важнейших макроэкономических показателей, уровня занятости от уровня образования работников. Приведены международные сравнения. Определены основные направления мер, способствующих повышению качества образования и, соответственно, экономическому развитию белорусского государства.*

**Ключевые слова:** образование, трудовые ресурсы, занятость, высшее образование, среднее специальное образование, образовательный потенциал.

**Введение.** Переход современного общества от индустриального к информационному обуславливает возрастание роли и социальной значимости образования. Для человека становится все более необходимым приобретение и совершенствование знаний, развитие умений и навыков в целях обеспечения устойчивости собственного положения в обществе. Это касается не только его сегодняшней практической деятельности, но и будущего. Образование по-прежнему остается основным источником повышения интеллектуального, культурного, профессионального и кадрового потенциала.

Сегодня образование рассматривается мировым сообществом как один из важнейших факторов стабильности экономик государств, как

движущая сила их развития. Оно же является главным стратегическим ресурсом и основным фактором решения социальных проблем.

**Результаты исследования и их обсуждение.** На современном этапе уровень образованности трудовых ресурсов рассматривается мировым сообществом как один из важнейших факторов стабильности экономик государств, как движущая сила их развития, является главным стратегическим ресурсом и основным фактором решения социальных проблем.

В Беларуси за последние годы наблюдается положительная динамика изменения численности работников, имеющих высшее образование. За последние 15 лет доля работников, имеющих высшее образование, выросла с 18,8 % до 29 %, а доля работников, имеющих среднее специальное образование, находится в пределах 22,5 %.

Повышение числа квалифицированных специалистов приводит к увеличению темпов научно-технического развития, способствует росту таких важнейших макроэкономических показателей, как национальный доход, валовой внутренний продукт, личный доход и др.

Все это повышает привлекательность вкладываемых средств в образование и, как следствие, приводит к улучшению его материально-технической базы, а также к престижности и востребованности самого образования. В результате повышается не только экономический, но и социокультурный уровень общества.

Именно по этой причине во многих развитых странах пристальное внимание уделяется бюджетному финансированию системы образования. Сегодня финансирование образования в Беларуси приближается к европейскому уровню. В Республике Беларусь расходы на образование в стоимостном выражении в период с 2000 года по 2017 год выросли почти в 7 раз.

Современная экономическая наука позволяет не только констатировать очевидную важность профессионального образования как фактора развития экономики и социума, но и с высокой достоверностью количественно измерять уровень этого вклада. Особую остроту проблема образованности работников приобретает в ведущих странах мира, для которых от 70 до 90 % ВВП определяется научно-техническим прогрессом и инновационной экономикой.

Тенденции увеличения занятости населения с ростом уровня образования подтверждаются данными Национального статистического комитета Республики Беларусь по официально зарегистрированным безработным. Так, доля официально зарегистрированных безработных в Республике Беларусь на начало 2017 года в группе лиц, не имеющих высшего или средне-специального образования (71,4 %), в 2,5 раза выше, чем для тех, кто имеет высшее (14,3 %) или средне-специальное образование (14,3 %). Таким образом, подтверждается высокая эффективность получения высшего

и средне-специального образования для граждан Республики Беларусь с точки зрения их занятости [1].

Такая же тенденция наблюдается и в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР – OECD). Согласно статистическому сборнику «Взгляд на образование: показатели ОЭСР – Выпуск 2016», средний уровень безработицы для лиц со средним профессиональным или высшим профессиональным образованием не превышал 5,5 %, в то время как для лиц, имеющих образование ниже полного среднего, уровень безработицы колебался в пределах 14–15 %. Что касается уровня занятости, то для лиц со средним или высшим профессиональным образованием он составил около 84 %, в то время как для лиц, имеющих образование ниже полного среднего, он колебался в рамках 56–74 % [2].

Формирование общества, основанного на знаниях, сопровождается переходом к массовой подготовке специалистов высшей квалификации [3, 48]. Большинство молодых людей считают высшее образование залогом жизненного успеха, а потому и своей важнейшей целью. Стремясь получить образование, люди тем самым повышают свою конкурентоспособность на рынке труда.

Наиболее востребованными направлениями обучения в учреждениях высшего образования (УВО) в 2016/2017 учебном году являлись следующие: «Коммуникации. Право. Экономика. Управление. Экономика и организация производства» – 33,6 % студентов (в 2005/2006 году – 43,1 %), «Техника и технологии» – 20,1 % студентов (в 2005/2006 году – 17,3 %), «Педагогика» – 9,2 % студентов (в 2005/2006 году – 14,2 %), «Сельское и лесное хозяйство. Садово-парковое строительство» – 9,0 % студентов (в 2005/2006 году – 5,4 %) [4, 37].

Количество работников с высшим образованием, занятых в системе народного хозяйства Беларуси, составляет около 1,3 млн человек.

Таким образом, можно говорить о том, что сегодня высшее образование превращается в социальную норму. Для многих белорусов характерны стремление получить его и готовность платить за обучение.

Наибольшее количество учащихся в 2016/2017 учебном году наблюдалось в учреждениях среднего специального образования (УССО), осуществляющих подготовку специалистов по следующим направлениям: «Техника и технологии» – 32,8 % (в 2005/2006 году – 31,5 %), «Коммуникации. Право. Экономика. Управление. Экономика и организация производства» – 18,9 % (в 2005/2006 году – 27,9 %), «Сельское и лесное хозяйство. Садово-парковое строительство» – 13,6 % (в 2005/2006 году – 14,4 %), «Архитектура и строительство» – 8,8 % (в 2005/2006 году – 5,9 %), «Здравоохранение» – 9,5 % (в 2005/2006 году – 4,5 %) [4, 31].

В отраслях экономики и социальной сферы занято более 1 млн работников со средним специальным образованием (22,5 % от общего количества работающего населения).

На положительное изменение уровня образованности населения в Беларуси повлияло более пристальное внимание со стороны государства к вопросам реформирования системы образования: предоставление возможности для создания учебных заведений негосударственной формы собственности; увеличение объемов финансирования системы образования; открытие специальностей, востребованных на рынке труда.

За последние 15 лет существенно увеличилось число УССО – на 74 учреждения (или на 48 %). Число УВО за этот же период сократилось на 6 учреждений (или на 10 %). Обратная тенденция наблюдается в изменении числа обучающихся в этих учебных заведениях: в УССО число учащихся сократилось за анализируемый период на 21 %, а в УВО – увеличилось на 11 %.

В связи с этим можно говорить о неэффективном использовании имеющейся материально-технической базы системы среднего специального образования, и, как следствие, увеличении числа расходов на подготовку специалиста со средним специальным образованием. В УВО ситуация обеспечения студентов необходимыми помещениями, оборудованием, учебниками и другими средствами для налаживания эффективной учебной деятельности несколько ухудшается.

Кроме того, в республике свыше 390 учреждений образования обеспечивают повышение квалификации, стажировку и переподготовку кадров. Ежегодно профессиональным обучением, повышением квалификации, стажировкой и переподготовкой охвачено около 400 тыс. работников (около 9 % от общего количества всех работников республики).

Анализируя имеющиеся информационные данные, можно говорить, что образовательный потенциал Беларуси благоприятен для развития интеллектуальных видов деятельности и формирования экономики, основанной на знаниях. Для повышения образовательного уровня населения необходимо осуществлять более активные меры по привлечению молодых людей для поступления в средние специальные и высшие учебные заведения.

На изменение ситуации влияют не только государственные меры, но и усиление личной заинтересованности со стороны трудоспособного населения в повышении своего образовательного уровня. Высокий уровень образования позволяет работнику претендовать на более высокооплачиваемую должность, тем самым улучшить свое социально-экономическое положение в обществе.

В целях обеспечения повышения качества образования, усиления контроля на всех этапах подготовки рабочих (служащих), специалистов ведется работа по созданию систем управления качеством образования на основе международного стандарта ИСО 9001.

В развитых странах большинство крупных предприятий и все возрастающее число малых и средних четко формулируют задачи в

области обучения и оказывают поддержку корпоративному и организационному развитию. На многих предприятиях обучение на рабочем месте и программы развития персонала становятся неотъемлемой частью корпоративной и организационной стратегии.

Программы связей вузов и фирм предполагают не только обмен опытом, но и, что не менее важно, привлечение сотрудников предприятий в качестве преподавателей или консультантов, в том числе на основе частичной занятости. Это позволяет использовать богатый практический опыт сотрудников предприятий непосредственно в учебном процессе, что называется «в живую» получить студентам практическую актуализированную информацию непосредственно от носителя опыта.

Особенно это актуально в тех областях, где разработки фирм намного опережают знания вузовских преподавателей. И, наоборот, в учебные центры фирм привлекаются вузовские кадры.

Экономическое развитие прямо зависит от эффективности расширения системы образования, т.к. именно она предоставляет необходимые для научных исследований кадры и научно-технический персонал.

**Выводы.** Увеличение темпов научно-технического развития, рост важнейших макроэкономических показателей – все это обусловлено увеличением числа квалифицированных специалистов. Данная ситуация повышает привлекательность вкладываемых средств в образование, что приводит к улучшению его качества, его материально-технической базы, престижности и востребованности самого профессионального образования.

Таким образом, уровень образования является одним из наиболее важных факторов социально-экономического и научно-технического развития. Значимость образования как важнейшего элемента общественно-государственной системы сформулирована важнейшими государственными решениями во всех развитых странах. Средний уровень образованности населения является важнейшим показателем развитости страны, залогом ее процветания и стабильности.

#### **Список основных источников**

1. Численность безработных, зарегистрированных в органах по труду, занятости и социальной защите, по уровню образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/socialnaya-sfera/trud/godovye-dannye/chislennost-bezrobotnyh-zaregistrirovannyh-v-organah-po-trudu-zanyatosti-i-sotsialnoi-zaschite-po-urovnyu-obrazovaniya/>. – Дата доступа: 22.04.2017.

2. OECD (2016), Education at a Glance 2016: OECD Indicators, OECD Publishing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/education-at-a-glance-2016\\_eag-2016-en#page107](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/education-at-a-glance-2016_eag-2016-en#page107). – Дата доступа: 08.04.2017.

3. Артемьев, А. А. Роль банков в финансировании получения образования / А. А. Артемьев, М. Г. Виноградова // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – № 1. – С. 48–50.

4. Образование в Республике Беларусь (2016/2017 учебный год). – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2016. – 47 с.

**Natallia Dakuchayeva**

## **EDUCATIONAL LEVEL OF LABOR RESOURCES AS A FACTOR OF ECONOMIC STABILITY**

*Summary.* The article is devoted to analysis of educational level of labor resources in the Republic of Belarus for 15 years in a row. The dependence of changes like employment rate by educational level of employees is shown like a key macroeconomic indicator. The author conducts international comparative analysis and defines basic directions of improvement measures for the quality of education and, consequently, economic development of the Belarusian state.

**Keywords:** education, labour resources, employment, higher education, secondary special education, educational potential.

УДК 378.016: 512: 517

**М. И. Ефремова, С. В. Игнатович**

## **ТЕСТИРОВАНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В РАМКАХ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА**

*В статье рассмотрена роль тестирования в процессе формирования компетенций будущего учителя математики, приведены примеры используемых тестов в учебном процессе по математическому анализу и алгебре.*

**Ключевые слова:** компетенции, компетентностный подход, формирование компетенций, тест, тестирование, математический анализ, алгебра.

**Введение.** В настоящее время в системе образования особую актуальность имеют практико-ориентированный, прикладной и межпредметный аспекты подготовки специалистов всех отраслей народного хозяйства. Большое значение приобрел компетентностный подход, в рамках которого, в первую очередь, содержание дисциплин ориентируется на ценностно-смысловые знания, обеспечивающие способность применять

умения, опыт, личностные качества для решения профессиональных, социальных и личностных задач.

Одной из основных целей педагогических вузов является подготовка высокообразованного, грамотного, творчески мыслящего педагога. Выпускник высшего учебного заведения согласно требованию стандартов высшего образования должен обладать соответствующими академическими, социально-личностными и профессиональными компетенциями. Наиболее эффективно компетенции будущего специалиста формируются в образовательном процессе вуза посредством технологий, способствующих вовлечению студентов в поиск и применение знаний, а также приобретение опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

Формирование компетенций, которыми должен овладеть студент в процессе обучения, предполагает, на наш взгляд, прежде всего использование практико-ориентированности в обучении как одной из важнейших составляющих развития образования в настоящий момент. Именно от того, насколько преподаватели обеспечивают своевременную ориентированность обучения на нужды практики, актуализируют знания в соответствии с уровнем развития профессиональной деятельности, участвуют в научных исследованиях в своей области и привлекают к этим исследованиям студентов, владеют современной методологией организации учебного процесса, умеют вовремя ориентировать студента на ликвидацию имеющихся пробелов в знаниях, во многом зависит уровень подготовки будущего специалиста в своей области.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Каждая из дисциплин учебного плана должна вносить свой вклад в формирование компетенций выпускника. Дисциплины «Математический анализ» и «Алгебра» относятся к базовым дисциплинам математического и естественнонаучного цикла. Они обеспечивают приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом и служат фундаментом образования при изучении дифференциальной геометрии, функционального анализа, дискретной математики, физики, дифференциальных уравнений и других дисциплин. Дисциплины «Математический анализ» и «Алгебра» должны способствовать развитию следующих компетенций:

*академических*

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть методами научно-педагогического исследования;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
  - уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;
- социально-личностных*
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
  - быть способным к критике и самокритике;
  - уметь работать в команде;
- профессиональных*
- управлять учебно-познавательной и учебно-исследовательской деятельностью обучающихся;
  - использовать оптимальные методы, формы и средства обучения;
  - организовывать и проводить учебные занятия различных видов и форм;
  - организовывать самостоятельную работу обучающихся;
  - осуществлять профессиональное самообразование и самовоспитание с целью совершенствования профессиональной деятельности.

Для формирования выделенных компетенций на занятиях по математическому анализу и алгебре можно использовать активные и интерактивные формы лекций и практических занятий, деловые игры, проекты выполнений индивидуальных работ. Для проверки уровня сформированности компетенций, наряду с традиционными методами контроля знаний и умений студентов (контрольная работа, экзамен, зачет, дифференцированный зачет), удобно использовать тестирование как по материалу одной темы, раздела, так и по всему изучаемому курсу.

Тест как система заданий определенного содержания является научно обоснованным инструментом оценки знаний, умений и навыков студентов, помогает осуществить индивидуальный контроль результатов обучения каждого из них, мобильно управлять учебно-воспитательным процессом. По сравнению с традиционными формами контроля знаний тестирование нередко оказывается более эффективным методом.

Очень важным при проведении тестового контроля является объяснение цели, порядка выполнения и оформления теста, определение времени его выполнения, обеспечение каждого студента бланком ответов, что в значительной степени экономит время для выполнения заданий теста и существенно облегчает работу преподавателя.

Проверка знаний студентов посредством таких тестов много времени не занимает, но при этом объективно отражает имеющиеся пробелы в изученном материале, что позволяет их своевременно ликвидировать и тем самым повысить качество преподавания изучаемой дисциплины, обеспечивает оптимальные условия для формирования необходимых компетенций специалиста.

После тестирования вместе со студентами преподаватель обязательно анализирует его результаты, не только фиксирует ошибки и называет правильные ответы, но и подробно объясняет студентам причины

ошибочных действий. Анализ необходим для того, чтобы студент смог проверить, насколько адекватно он оценивает свои знания, поверить в собственные силы и скорректировать свою подготовку.

Полная оценка степени освоения программ обучающимися включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую аттестацию. Введение тестирования на каждом из этапов оценки качества освоения образовательных программ, как показывает опыт преподавания, обеспечивает оптимальный контроль усвоения компетенций, тем самым делая процесс усвоения компетенций наиболее результативным.

Вывод об уровне усвоения материала студентом можно сделать на основании того, какими теоретическими знаниями владеет студент и как он может применять их на практике. Следовательно, нужно организовать тестирование таким образом, чтобы проверить обе эти составляющие. Очевидно, основным объектом математических вычислений являются формулы, поэтому при оценке теоретических знаний студента особое внимание надо уделить знанию и пониманию формул. При изучении раздела «Дифференциальное исчисление функции одной действительной переменной» в курсе математического анализа очевидна важность знаний формул производных основных элементарных функций. В связи с этим мы предлагаем использовать следующий тест при проведении текущего контроля знаний студентов.

Тест «Дифференциальное исчисление функции  
одной действительной переменной»

1. Производная функции  $y = \operatorname{tg} x$  равна: 1)  $\frac{1}{\cos^2 x}$ ; 2)  $\frac{1}{\cos x}$ ; 3)  $\frac{1}{\sin^2 x}$ ; 4)  $\frac{1}{\sin x}$ .
2. Производная функции  $y = \operatorname{ctg} x$  равна: 1)  $\frac{1}{\cos^2 x}$ ; 2)  $\frac{1}{\cos x}$ ; 3)  $-\frac{1}{\sin^2 x}$ ; 4)  $\frac{1}{\sin x}$ .
3. Производная функции  $y = \operatorname{arctg} x$  равна: 1)  $\frac{1}{1+x^2}$ ; 2)  $\frac{1}{1+x}$ ; 3)  $-\frac{1}{1+x^2}$ ; 4)  $-\frac{1}{1+x}$ .
4. Производная функции  $y = \operatorname{arcctg} x$  равна: 1)  $\frac{1}{1+x^2}$ ; 2)  $\frac{1}{1+x}$ ; 3)  $-\frac{1}{1+x^2}$ ; 4)  $-\frac{1}{1+x}$ .
5. Производная функции  $y = \log_a x$  равна: 1)  $\frac{1}{x \ln a}$ ; 2)  $\frac{1}{\ln a}$ ; 3)  $\frac{1}{x}$ ; 4)  $\frac{1}{x^2 \ln a}$ .
6. Производная функции  $y = a^x$  равна: 1)  $\frac{1}{x \ln a}$ ; 2)  $a^x \ln a$ ; 3)  $\frac{1}{x}$ ; 4)  $a^x \ln x$ .
7. Производная функции  $y = \operatorname{arcsin} x$  равна: 1)  $\frac{1}{1-x^2}$ ; 2)  $\frac{1}{1-x}$ ; 3)  $-\frac{1}{1-x^2}$ ; 4)  $\frac{1}{1+x^2}$ .
8. Производная функции  $y = \operatorname{arccos} x$  равна: 1)  $\frac{1}{1-x^2}$ ; 2)  $\frac{1}{1-x}$ ; 3)  $-\frac{1}{1-x^2}$ ; 4)  $\frac{1}{1+x^2}$ .

9. Производная функции  $y = x^a$  равна: 1)  $ax^{a-1}$ ; 2)  $a^x$ ; 3)  $\frac{a}{x}$ ; 4)  $a - 1 x^a$ .
10. Производная функции  $y = \ln x$  равна: 1)  $\frac{1}{x}$ ; 2)  $\frac{1}{x^2}$ ; 3)  $-\frac{1}{x}$ ; 4)  $x$ .

Матрицы и определители, изучаемые в курсе алгебры, являются понятиями, широко используемыми во всех разделах математики. Знание основ теории, по указанным разделам, обеспечивает полноценное усвоение многих вопросов математики. Приведем пример проверки усвоения теоретических знаний по алгебре посредством следующего теста.

#### Тест «Матрица. Определитель матрицы»

- Если заменить местами две строки определителя, то
  - не изменится;
  - поменяет знак на противоположный;
  - станет равным 0;
  - увеличится на 1.
- Определитель вырожденной матрицы равен
  - 1;
  - 1;
  - 0;
  - любому действительному числу.
- Матрица  $A$  имеет обратную, если матрица  $A$ :
  - вырожденная;
  - невырожденная;
  - имеет определитель, равный 0;
  - имеет две строки, которые пропорциональны.
- Рангом матрицы называется:
  - число строк матрицы;
  - число столбцов матрицы;
  - число ненулевых элементов матрицы;
  - максимальное число линейно независимых строк матрицы.
- Определитель матрицы не изменится, если:
  - к одной строке определителя прибавить его другую строку;
  - две строки определителя поменять местами;
  - один из столбцов определителя умножить на 2;
  - два столбца определителя поменять местами.
- Квадратная матрица называется вырожденной, если:
  - число строк матрицы равно числу столбцов;
  - число столбцов матрицы меньше числа строк;
  - ранг матрицы меньше ее порядка;
  - ранг системы столбцов матрицы равен рангу системы строк.
- Квадратная матрица называется невырожденной, если:
  - число строк матрицы равно числу столбцов;
  - число столбцов матрицы меньше числа строк;

- 3) ранг системы столбцов матрицы не равен рангу системы строк;
  - 4) ранг матрицы равен ее порядку.
8. Квадратная матрица называется диагональной, если:
- 1) равны элементы матрицы, симметричные относительно главной диагонали;
  - 2) все элементы матрицы, кроме элементов главной диагонали, равны нулю;
  - 3) все элементы матрицы, находящиеся под главной диагональю, равны нулю;
  - 4) все элементы матрицы, находящиеся на главной диагонали, равны нулю.
9. Определитель диагональной матрицы равен:
- 1) 0;
  - 2) произведению элементов ее главной диагонали;
  - 3) сумме квадратов элементов этой матрицы;
  - 4) сумме элементов ее главной диагонали.
10. Определители квадратной матрицы  $A$  и транспонированной матрицы  $A^T$ :
- 1) равны;
  - 2) имеют противоположный знак;
  - 3) в произведении дают  $-1$ ;
  - 4) в произведении дают 1.

Практика использования подобных тестов в процессе преподавания математических дисциплин показала, что их применение удобно как для проверки усвоения теоретического материала по предмету, так и для проверки уровня умений и навыков, необходимых для решения практических задач. Например, для проверки навыков техники дифференцирования в курсе математического анализа удобно использовать следующий тест при проведении промежуточной аттестации.

Тест «Дифференциальное исчисление функции одной действительной переменной»

1. Найти производную функции:  $y = x^3 - 2x^2 + x + 1$ .  
 Ответы: а)  $4x^3 + 3x^2 - 4x - 2$ ; б)  $x^3 + 3x^2 - 4x - 2$ ;  
 в)  $4x^3 + x^2 - x - 2$ ; г)  $4x^3 + x^2 - x$ .
2. Найти производную функции:  $y = \frac{x^2+1}{x-1}$ .  
 Ответы: а) 1; б)  $4x^3 + x^2 - x$ ; в)  $\frac{x+1}{x-1^2}$ ; г)  $\frac{x^2-2x-1}{x-1^2}$ .
3. Найти производную функции:  $y = \frac{1}{3x^2 - x + 5}$ .  
 Ответы: а)  $\frac{6x-1}{2(3x^2-x+5)}$ ; б)  $\frac{x}{3x^2-x+5}$ ; в)  $\frac{1}{2(3x^2-x+5)}$ ; г)  $\frac{x+1}{2(3x^2-x+5)}$ .
4. Найти производную функции:  $y = \sin x^{\cos x}$ .  
 Ответы: а)  $\sin x^{\cos x} \operatorname{ctg} x \cos x - \sin x \ln \sin x$  ;  
 б)  $\operatorname{ctg} x \cos x - \sin x \ln \sin x$  ;

в)  $\sin x^{\cos x} \operatorname{ctg} x \cos x + \ln \sin x$  ;

г)  $\sin x^{\cos x} \cos x - \sin x \ln \sin x$  .

5. Найти производную неявной функции:  $e^{xy} - x^2 + y^3 = 0$ .

Ответы: а)  $\frac{2x - ye^{xy}}{xe^{xy} + 3y^2}$ ; б)  $\frac{ye^{xy}}{xe^{xy} + 3y^2}$ ; в)  $\frac{2x}{xe^{xy} + 3y^2}$ ; г)  $\frac{2x - ye^{xy}}{xe^{xy}}$ .

6. Найти производную функции:  $x = e^t + 3$   
 $y = \cos t$  .

Ответы: а)  $-\frac{\sin t}{e^t}$ ; б)  $\frac{\sin t}{e^t}$ ; в)  $\frac{\sin t}{e}$ ; г)  $-\frac{\sin^2 t}{e^t}$  .

7. Найти дифференциал функции  $y = x^3 \ln x$ .

Ответы: а)  $dy = 3x^2 \ln x + x^2 dx$ ; б)  $dy = x^2 \ln x + x^2 dx$  ;

в)  $dy = 3x^2 \ln x - x^2 dx$ ; г)  $dy = -3x^2 \ln x + x^2 dx$ .

8. Найти значение в точке  $x = 2$  производной функции  $y = x^{x^2}$ .

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$  ; б) 0; в)  $32(\ln 4 + 1)$ ; г)  $-\frac{7}{3}$ .

9. Найти предел:  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{5x} - 1}{\sin 5x}$  (используя правило Лопиталя).

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в)  $\infty$ ; г) 1.

10. Найти наименьшее значение функции  $y = \frac{1}{3}x^3 - 2x^2 + 2$  на отрезке  $-1; 2$  . Ответы: а)  $y_{\text{наим.}} = -18$ ; б)  $y_{\text{наим.}} = 1$ ; в)  $y_{\text{наим.}} = 8$ ; г)  $y_{\text{наим.}} = -\frac{10}{3}$ .

В настоящее время тестирование стало мощным инструментом для контроля приобретенных знаний, умений и навыков обучающихся, т.к. оно открывает широкие возможности не только для оценки приобретенных знаний, умений, навыков в период промежуточных, текущей и итоговой аттестаций, но и для контроля за эффективностью функционирования всей образовательной системы страны. Результаты тестирования наглядно отражают недостатки знаний в том или ином разделе дисциплины.

Например, для проверки развития компетенций (в первую очередь таких как: уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач; уметь работать самостоятельно; быть способным порождать новые идеи; владеть междисциплинарным подходом при решении проблем; обладать навыками устной и письменной коммуникации) в процессе изучения математического анализа нами используются следующий тест при проведении итоговой аттестации.

Тест «Введение в анализ. Дифференциальное и интегральное исчисление. Ряды»

1. Найти предел последовательности  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5n^4 - 5n^2 + 2}{n^3 + 3n^2 - n}$ .

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в)  $\infty$ ; г)  $-\frac{7}{3}$ .

2. Найти предел функции  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{\sin 5x}$ .

Ответы: а)  $\frac{7}{3}$ ; б) 0; в)  $\infty$ ; г)  $\frac{2}{5}$ .

3. Производная функции  $y = \operatorname{ctg} x$  равна:

Ответы: а)  $\frac{1}{\cos^2 x}$ ; б)  $\frac{1}{\cos x}$ ; в)  $-\frac{1}{\sin^2 x}$ ; г)  $\frac{1}{\sin x}$ .

4. Найти производную функции:  $y = \frac{x^2+1}{x-1}$ .

Ответы: а) 1; б)  $4x^3 + x^2 - x$ ; в)  $\frac{x+1}{x-1}^2$ ; г)  $\frac{x^2-2x-1}{x-1}^2$ .

5. Найти производную сложной функции  $y = x^2 + 3x^{\frac{3}{4}}$ .

Ответы: а)  $\frac{6x+9}{4^4 x^2+3x}$ ; б)  $\frac{x}{4^4 x^2+3x}$ ; в)  $\frac{9}{4^4 x^2+3x}$ ; г)  $\frac{3x}{4^4 x^2+3x}$ .

6. Найти дифференциал функции:  $y = \frac{e^{5x}-1}{5x}$ .

Ответы: а)  $\frac{e^{5x} 5x-1+10}{5x^2} dx$ ; б)  $\frac{e^{5x} 5x-1+1}{5x^2} dx$ ; в)  $\frac{e^{5x} 5x-10+1}{5x^2} dx$ ;  
г)  $\frac{e^{5x} 5x-1-1}{5x^2} dx$ .

7. Найти значение в точке  $x = 0$  производной функции

$y = 12 + \sqrt{3x^2 - x + 5}$ .

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в)  $\infty$ ; г)  $-\frac{1}{2\sqrt{5}}$ .

8. Найти предел  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\ln x}{1-x^3}$  (используя правило Лопиталя).

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в)  $\infty$ ; г)  $-\frac{1}{3}$ .

9. Найти наименьшее значение функции  $y = x^4 - 8x^2 + 3$  на отрезке  $-2; 2$ .

Ответы: а)  $y_{\text{наим.}} = -18$ ; б)  $y_{\text{наим.}} = 1$ ; в)  $y_{\text{наим.}} = 8$ ; г)  $y_{\text{наим.}} = -13$ .

10. Интеграл  $\frac{dx}{1-x^2}$  равен: а)  $\frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x} + C$ ; б)  $\ln \frac{1+x}{1-x} + C$ ; в)  $-\frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x} + C$ ;

г)  $\frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{2} + C$ .

11. Методом непосредственного интегрирования найти  $3x - \sqrt[5]{x^3} - 3 dx$ .

Ответы: а)  $\frac{3x^2}{2} - \frac{5^5 \sqrt{x^8}}{8} - 3x + C$ ; б)  $\frac{3x^2}{2} - \frac{5^5 \sqrt{x^8}}{8} + 3x + C$ ;

в)  $\frac{3x^2}{2} + \frac{5^5 \sqrt{x^8}}{8} - 3x + C$ ; г)  $\frac{3x^2}{2} + \frac{5^5 \sqrt{x^8}}{8} + 3x + C$ .

12. Методом интегрирования по частям вычислить  $x \sin x dx$ .

Ответы: а)  $-x \cos x + \sin x + C$ ; б)  $x \cos x + \sin x + C$ ;

в)  $-x \cos x - \sin x + C$ ; г)  $x \cos x - \sin x + C$ .

13. Методом замены переменной найти  $\cos x \sin^4 x dx$ .

Ответы: а)  $2 \frac{\sin^5 x}{5} + C$ ; б)  $\frac{\sin^5 x}{5} + C$ ; в)  $\sin^5 x + C$ ; г)  $\cos^5 x + C$ .

14. Найти  $\frac{2dx}{x^2+4x+5}$ .

Ответы: а)  $\operatorname{arctg} x + 2 + C$ ; б)  $\operatorname{arctg} x - 2 + C$ ;

в)  $2\operatorname{arctg} x + 2 + C$ ; г)  $\frac{1}{2} \operatorname{arctg} x + 2 + C$ .

15. Вычислить  $\int_1^2 2x^2 + \frac{2}{x^4} dx$ .

- Ответы: а)  $\frac{21}{4}$ ; б) 0; в) 1; г)  $-\frac{1}{7}$ .
16. С помощью интегрирования по частям вычислить  $\int_1^2 x e^x dx$ .  
 Ответы: а)  $\frac{7}{2}$ ; б)  $e^2$ ; в) 1; г)  $-\frac{1}{7}$ .
17. Вычислить определенный интеграл  $\int_0^1 4(x-1)^2 dx$ .  
 Ответы: а)  $\frac{4}{3}$ ; б)  $3e^2$ ; в) 1; г)  $-\frac{1}{7}$ .
18. С помощью замены переменной вычислить  $\int_0^4 \frac{4dx}{1+\sqrt{2x+1}}$ .  
 Ответы: а)  $\frac{\pi}{2} - 1$ ; б)  $8 - 4\ln 2$ ; в) 1; г)  $-\frac{1}{7}$ .
19. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями:  $y = x^3$ ,  $y = 1$ ,  $x = 0$ .  
 Ответы: а) 5; б) 10; в) 12; г)  $\frac{3}{4}$ .
20. Найти область определения функции  $z = \sqrt{x^2 + y^2 - 1}$ .  
 Ответы: а) часть плоскости вне единичного круга с центром в начале координат, включая точки единичной окружности;  
 б) единичный круг с центром в начале координат;  
 в) часть плоскости вне единичного круга с центром в точке (1;1);  
 г) круг с центром в точке (1; 1).
21. Найти область определения функции  $z = \arcsin(x + y)$ .  
 Ответы: а) часть плоскости, заключенная между параллельными прямыми  $x + y = 1$  и  $x + y = -1$ , включая точки на указанных прямых;  
 б) множество точек, принадлежащих параллельным прямым  $x + y = 1$  и  $x + y = -1$ ;  
 в) множество точек, лежащих выше прямой  $x + y = 1$ ;  
 г) множество точек, лежащих ниже прямой  $x + y = -1$ .
22. Найти  $\frac{\partial z}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial z}{\partial y}$ , если  $z = \sin xy + x^2 + y^2$ .  
 Ответы: а)  $\frac{\partial z}{\partial x} = y \cos(xy) + 2x$ ,  $\frac{\partial z}{\partial y} = x \cos(xy) + 2y$ ;  
 б)  $\frac{\partial z}{\partial x} = y \cos xy$ ,  $\frac{\partial z}{\partial y} = x \cos xy + 2y$ ;  
 в)  $\frac{\partial z}{\partial x} = y \cos xy$ ,  $\frac{\partial z}{\partial y} = x \cos(xy)$ ;  
 г)  $\frac{\partial z}{\partial x} = y \cos(xy) + 2x$ ,  $\frac{\partial z}{\partial y} = 2y$ .
23. Найти полный дифференциал функции  $z = e^{2x^2+y^2}$ .  
 Ответы: а)  $dz = 4xe^{2x^2+y^2} dx + ye^{2x^2+y^2} dy$ ;  
 б)  $dz = 4xe^{2x^2+y^2} dx + +2e^{2x^2+y^2} dy$ ;  
 в)  $dz = xe^{2x^2+y^2} dx + 2ye^{2x^2+y^2} dy$ ;  
 г)  $dz = 4xe^{2x^2+y^2} dx + +2ye^{2x^2+y^2} dy$ .
24. Для функции  $z = x^2y^2 - x^3y^3$ , найти  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ .  
 Ответы: а)  $4xy - 9x^2y^2$ ; б)  $2y^2 - 6y^3x$ ; в)  $-6y^3x$ ; г)  $2y^2 - 10x$ .

25. Найти  $\frac{\partial z}{\partial x}$  в точке (1; 2), если  $z = 5x^3y^2 + e^x$ .

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в)  $60 + e$ ; г)  $-\frac{7}{3}$ .

26. Для функции  $z = x^3 + y^3 - xy^2$  найти значение в точке (1;1)  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ .

Ответы: а)  $\frac{1}{8}$ ; б) 0; в) -2; г)  $-\frac{7}{3}$ .

27. Исследовать сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} -1^{n-1} \frac{n+1}{8n-1}^n$ .

Ответы: а) абсолютно сходится; б) условно сходится; в) расходится.

28. Исследовать на абсолютную и условную сходимость ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} -1^n \frac{3n^2+5}{10n^2+2}$$

Ответы: а) абсолютно сходится; б) условно сходится; в) расходится.

29. Найти радиус сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+2}$ .

Ответы: а) 1; б) 0; в) 2; г)  $\frac{1}{3}$ .

30. Найти интервал сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n+1}$ .

Ответы: а) (-1;1); б) (-10; 10); в) (-11; 11); г)  $-\frac{1}{3}; \frac{1}{3}$ .

Приведенный тест наглядно показывает степень готовности студентов к решению практических задач по фундаментальным темам математического анализа.

**Выводы.** Практика использования тестирования студентов физико-инженерного факультета Мозырского государственного педагогического университета имени И. П. Шамякина по алгебре и математическому анализу с целью проверки качества освоения компетенций показывает степень готовности обучающихся к решению практических задач различной степени сложности. Результаты тестирования позволяют в определенной степени наглядно анализировать, как будущие учителя смогут применять теоретические знания и умения в своей профессиональной деятельности.

Правильно организованное тестирование является мощным средством, стимулирующим самообразование и самоконтроль студентов, что способствует формированию таких компетенций, как: владеть методами научно-педагогического исследования; владеть исследовательскими навыками; уметь работать самостоятельно; иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером; уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни совершенствования профессиональной деятельности. Перечисленные компетенции создают основу для будущей успешной профессиональной деятельности обучающихся педагогических вузов, так как современные условия требуют, в первую очередь, непрерывного совершенствования от специалистов всех отраслей народного хозяйства.

### Список основных источников

1. Жук, О. Л. Педагогическая подготовка студентов: компетентностный подход / О. Л. Жук. – Минск : РИВШ, 2009. – 336 с.

**Marina Yafremava, Snezhana Ignatovich**

### TESTING AS A TOOL FOR STUDIES OF MATHEMATICAL DISCIPLINES AS A PART OF COMPETENCY-BASED APPROACH

*Summary.* The article examines the role of testing in the process of forming the competencies of the future teacher of Mathematics. He gives examples of the tests which are used in the educational process on Mathematical Analysis and Algebra.

**Keywords:** competence, competency-based approach, competence formation, test, testing, Mathematical Analysis, Algebra.

УДК 372.862

**Д. А. Зерница**

### ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ (на примере темы «Производство стали»)

*В статье описана технология обучения по теме «Производство стали» дисциплины «Материаловедение и технология материалов» с использованием рабочей тетради, направленная на развитие активности личности в учебном процессе и позволяющая организовать самостоятельную познавательную деятельность учащихся.*

**Ключевые слова:** технология обучения, технологическая карта урока, средства обучения, рабочая тетрадь, структурно-логическая схема, активность личности в учебном процессе, самостоятельная познавательная деятельность учащихся.

**Введение.** В настоящее время в связи с новой образовательной парадигмой приоритетной целью стала направленность на развитие активности и самостоятельности личности в учебном процессе. Соответствующим образом активизировалась и разработка технологий обучения в этом направлении. Ведущая цель – формирование в процессе обучения активной личности, способной самостоятельно строить и корректировать свою учебно-познавательную деятельность.

Широкое внедрение в учебный процесс современных средств обучения дает возможность организовать учебно-познавательную деятельность учащихся на более высоком уровне, повысить интенсивность труда преподавателей и учащихся. Умелое применение средств обучения позволяет значительно увеличить долю самостоятельности учащихся, расширить возможности организации на уроке их индивидуальной и групповой работы, развивать умственную активность и инициативу при усвоении учебного материала.

Разработка технологии обучения с использованием соответствующих средств, определение наилучшего сочетания методов, форм, средств позволят оптимизировать процесс обучения общетехническим дисциплинам, организовать продуктивное взаимодействие педагога и учащихся

**Результаты исследования и их обсуждение.** Опираясь на исследования в области педагогики [2–6], мы разработали технологию обучения по теме «Производство стали» дисциплины «Материаловедение и технология материалов» с использованием рабочей тетради. Рабочая тетрадь как дидактическое средство обучения позволяет изменить методику проведения занятий и перейти от традиционной формы передачи информации к организации активной самостоятельной познавательной деятельности обучаемых.

Рабочая тетрадь – это набор заданий для организации работы учащихся, составленный в строгом соответствии с действующей учебной программой и охватывающий определенный раздел или тему учебной дисциплины. Рабочая тетрадь представляет собой разновидность учебного пособия, содержит задания для самостоятельной работы учащихся и применяется с целью увеличения объема практической деятельности и разнообразия содержания, форм работы, а также видов деятельности учащихся [1].

Рабочая тетрадь имеет особый дидактический аппарат, способствующий самостоятельной работе учащихся по освоению учебной дисциплины в аудитории и дома, может быть использована при формировании практических умений и навыков, при подготовке к промежуточной аттестации по дисциплинам, может содержать краткие теоретические сведения, словарь новых понятий, алгоритм решения заданий, развивающие, творческие упражнения, вопросы для самоконтроля, список информационных ресурсов и т. д.

Порядок, структура и логика изучения темы «Производство стали» представлены нами структурно-логической схемой (СЛС) (рисунок). СЛС является ориентиром в познавательной деятельности учащихся и отражает основной понятийный состав учебного материала, логику его изучения, а также служит полной ориентировочной основой умственных действий [4].

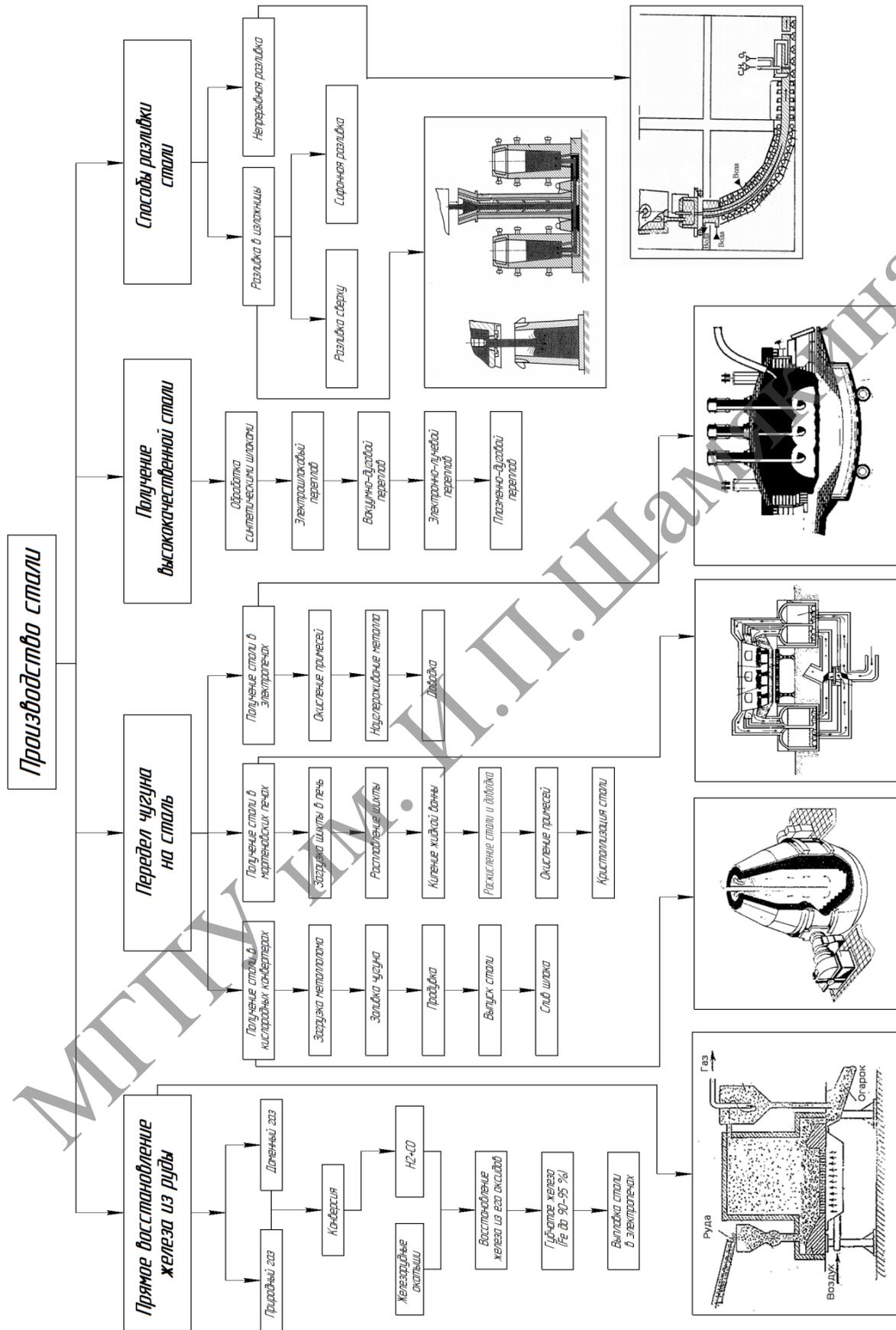


Рисунок – Структурно-логическая схема темы «Производство стали»

Разработанная нами технология обучения по теме «Производство стали» представлена технологической картой урока, которая регламентирует деятельность педагога и является одним из компонентов комплексного методического обеспечения. В ней содержатся указания на этапы занятия; задачи обучения, описание деятельности преподавателя и учащихся на каждом этапе; а также методическое и техническое обеспечение [2], [3]. В ней содержатся указания на этапы занятия; задачи обучения, описание деятельности преподавателя и учащихся на каждом этапе; а также методическое и техническое обеспечение [2], [3].

Технологическая карта составляется в зависимости от уровня усвоения знаний учащимися, преподаватель подбирает формы деятельности для каждого из них в зоне актуального развития. Это позволяет реализовать функцию проектирования хода индивидуального интеллектуального развития каждого учащегося, исходя из того, что он активный участник образовательного процесса. Успешность такой деятельности зависит от уровня развития познавательных возможностей учащегося (внимания, мышления, памяти, воображения), уровня развития его способностей, характера мотивации его учебной деятельности.

Технологическая карта урока – это современная форма методической продукции, которая обеспечивает качественное и эффективное преподавание учебных предметов и возможность достижения планируемых результатов освоения основных образовательных программ.

Использование в процессе обучения технологической карты позволяет организовать эффективный учебный процесс, обеспечить реализацию предметных, личностных умений (универсальных учебных действий).

Занятие начинается с организационного момента, на котором преподаватель проверяет присутствующих, сообщает тему, цели и задачи занятия, также мотивирует учащихся к изучению новой темы. На данном этапе преподавателю необходимо психологически перестроить учащихся на активное внимание. Тщательно продуманная подготовка к уроку в значительной мере предопределяет его успех, так как его правильное построение обеспечивает активное участие учащихся в учебной деятельности. Считаем, что наиболее рациональным методом обучения на этом этапе является беседа, которая позволит наладить контакт с учебной аудиторией и вызвать у учащихся определенный интерес.

Беседуя учащиеся отвечают на вопросы преподавателя либо высказываются по их содержанию, а в заключение подводят итоги. Этот метод имеет такие приемы: постановка вопросов, анализ ответов учащихся, комментирование и корректировка ответов учащихся, подведение их к выводам. В системе профессионально-технического обучения беседа, как правило, имеет целенаправленный характер и служит для развития способностей самостоятельно мыслить, обобщать и формулировать выводы.

Структура и содержание занятия зависят от особенностей изучаемого материала, степени подготовленности учащихся, а также дидактической цели, поставленной преподавателем (усвоение новых знаний; закрепление и совершенствование ранее усвоенных, контроль и оценка знаний, умений и навыков).

В основной части занятия, овладев вниманием учащихся, преподаватель решает основную задачу занятия и сообщает новый материал. На данном этапе занятия у учащихся происходит осознание и осмысление учебной информации, ее первичное закрепление. В основной части занятия используется такое средство обучения, как рабочая тетрадь. Преподаватель раздает учащимся рабочие тетради, объясняет и показывает правила ее заполнения, отвечает на вопросы учащихся, используя объяснительно-иллюстративные методы.

Предлагаемая нами рабочая тетрадь состоит из 5 обязательных блоков, каждый из которых содержит задания, расположенные в логике изучения темы «Производство стали». Задания в рабочей тетради присутствуют как задания закрытого, так и открытого типов, кроссворд, которые позволяют использовать все уровни усвоения знаний: от воспроизводящей деятельности к главной цели – творческо-поисковой деятельности. Также есть задания на установление соответствия или последовательности, задания, которые позволяют развивать зрительную память (например, задание, где необходимо дорисовать недостающие элементы печи), учат мыслить образами.

После выполнения каждого из заданий рабочей тетради преподаватель организует проверку правильности выполнения. Это дает возможность осуществлять обратную связь между учащимися и преподавателем, предоставляет конкретный материал для анализа полноты и качества полученных знаний, помогает оперативно обнаружить проблемы, ошибки в организации учебного процесса. Проверка и анализ знаний учащихся позволяют преподавателю оценить и скорректировать и свою профессиональную деятельность.

При объяснении первого вопроса «Особенности процесса передела чугуна на сталь» преподаватель использует такие средства наглядности, как плакаты, презентация. Учащиеся, внимательно слушая преподавателя, в рабочих тетрадях в пункте «Для записей» кратко фиксируют основные моменты, делают записи, задают вопросы по изложенному материалу. После этого учащиеся приступают к выполнению задания 1 из рабочей тетради. В специальной графе записывают основные способы получения стали, а также последовательность получения стали в кислородных конвертерах. В следующем задании учащимся необходимо определить основные элементы печи, изображенные на рисунке. Для выполнения этого задания учащиеся, при необходимости, могут воспользоваться плакатами. Затем учащимся предлагается заполнить схему последовательности

получения стали в мартеновских печах. Для выполнения этого задания учащимся необходимы знания, полученные при объяснении преподавателем первого вопроса. Таким образом, в задании 1 преобладают репродуктивные методы обучения, учащиеся лишь воспроизводят полученную информацию.

После выполнения задания 1 преподаватель разъясняет сложные моменты, возникшие при его выполнении, задаёт вопросы учащимся, проводит беседу. На данном этапе занятия беседа представляет собой не сообщающий, а вопросно-ответный способ учебной работы по закреплению нового материала.

При объяснении второго вопроса «Прямое восстановление железа из руды» для наглядной демонстрации процесса движения в печи кусков руды, восстановления железа и кусочков железной руды, формирование железной крицы и шлака учащимся может быть показано 1,5-минутное видео. Видеоматериал обладает особенностями, важными для процесса обучения учащихся, поскольку сочетает в себе такие функции, как наглядность и динамичность. Наглядность состоит в том, что данный видеоматериал отличается визуализацией изучаемого материала, его «оживлением», возможностью представить наглядно такие явления и процессы, которые невозможно продемонстрировать в аудиторных условиях иными способами. Динамичность отражается в том, что подвижность демонстрируемых кадров способствует усилению внимания учащихся, вызывает у них интерес и делает разнообразным процесс передачи информации.

После объяснения материала преподавателем и его ответов на вопросы, учащиеся приступают к выполнению задания 2. Учащимся предлагается назвать основные преимущества прямого восстановления железа из руды перед доменным способом, а также описать последовательность процесса прямого восстановления железа из руды. Далее учащимся требуется дорисовать недостающие элементы печи для обжига руд в кипящем слое. Методы обучения при выполнении задания 2 используются репродуктивные. Организуя проверку правильности выполнения задания 2, преподаватель отвечает на интересующие учащихся вопросы, а также предлагает зарисовать одному учащемуся на доске недостающие элементы печи. Исходные элементы могут быть изображены на доске заранее либо распечатаны на плакате, где учащийся маркером дорисовывает недостающие элементы.

Объясняя третий вопрос «Способы получения высококачественной стали», преподаватель использует те же методы и средства обучения, что и при объяснении предыдущих вопросов. В задании 3 из рабочей тетради учащимся предлагается назвать пять способов получения высококачественной стали и записать эти способы в соответствующие графы. Затем учащимся на основании знаний, полученных в ходе объяснения третьего вопроса, необходимо соотнести схемы установок и их названия. При выполнении данного задания применяются частично поисковые методы, поскольку не все рисунки печей, представленные в рабочей тетради для

соотнесения, были продемонстрированы в ходе изложения третьего вопроса. После выполнения задания 3 преподаватель проводит обсуждение результатов работы, учащиеся зачитывают свои ответы, преподаватель задает вопросы на понимание.

В ходе объяснения четвертого вопроса «Основные способы разливки стали», наряду с изложением материала, преподаватель демонстрирует видеоролик, позволяющий учащимся ознакомиться с последовательностью разливки стали, с оборудованием для разливки. После объяснения и ответов на вопросы учащихся преподаватель организует выполнение задания 4 рабочей тетради, где учащимся необходимо назвать и записать в определенных графах два основных способа разливки стали и определить, какой способ разливки стали изображен на рисунке. Обсуждая результаты работы над заданием 4, преподаватель предлагает учащимся назвать как основные способы разливки стали, так и новые высокопроизводительные способы, возникшие недавно. Для этого на предыдущем занятии можно отдельным учащимся дать индивидуальное домашнее задание подготовить дополнительную информацию по данному вопросу.

Задание 5 «Кроссворд» включено в данную рабочую тетрадь с целью активизации творческой деятельности учащихся. При выполнении этого задания используются репродуктивные, поисковые, частично поисковые методы обучения, поскольку не все вопросы кроссворда были озвучены на данном занятии. В кроссворд также включены вопросы из предыдущих тем дисциплины, вопросы на понимание и логическое мышление. Это задание учащиеся могут выполнять как индивидуально, так и микрогруппами (по 2–4 человека). Весь процесс отгадывания кроссворда, на наш взгляд, является некой гимнастикой, которая мобилизует и тренирует умственные силы учащегося. При разгадывании кроссворда учащийся оттачивает и дисциплинирует свой ум, учащиеся приучаются логически мыслить, рассуждать. Процесс отгадывания можно рассматривать как творческий процесс, а сам кроссворд – как творческую логическую задачу. С целью контроля или самоконтроля (на усмотрение преподавателя) в рабочую тетрадь включены правильные ответы на кроссворд по теме «Производство стали».

На заключительной части занятия преподаватель подводит итоги, что оказывает большое воспитательное воздействие на учащихся. Анализируя и оценивая результаты работы учащихся, преподаватель демонстрирует свою справедливость, отмечает все достоинства ответов и лишь затем указывает на недостатки.

На наш взгляд, использование в учебном процессе рабочей тетради позволяет организовать работу учащихся на занятии микрогруппами (бригадами). После выполнения каждого задания рабочей тетради бригада отчитывается о результатах работы, дополняет и обсуждает доклады других бригад. В конце занятия преподаватель подводит общий итог работы,

оценивает работу каждой бригаде. Такая форма организации учебной деятельности формирует у учащихся навык работы в коллективе, умение преподносить информацию публично, развивать культуру общения.

**Выводы.** Представленная технология обучения по теме «Производство стали» дисциплины «Материаловедение и технология материалов» направлена на развитие активности личности в учебном процессе и позволяет организовать самостоятельную познавательную деятельность учащихся, способствующую развитию профессионального и творческого мышления. Одним из основных условий реализации технологии обучения является наличие рабочей тетради.

Разработанная нами рабочая тетрадь позволяет сконцентрировать внимание учащихся на изучаемом вопросе и повысить интерес к изучаемой теме, способствует решению обучающих и развивающих задач, активизирует познавательную деятельность учащихся, повышает продуктивность обучения при освоении профессии. Данная рабочая тетрадь может быть использована как для организации индивидуальной, так и для групповой формы учебной деятельности учащихся.

Таким образом, знание и учет особенностей использования наглядных средств обучения оказывают большое влияние на качество проведения занятий по специальным дисциплинам при подготовке специалистов. Введение рабочих тетрадей в арсенал дидактических средств обучения предоставляет преподавателю реальную возможность оптимизировать учебный процесс.

#### **Список основных источников**

1. Белоруссова, Е. В. Рабочая тетрадь по дисциплине – средство развития познавательной активности и организации самостоятельной работы студентов [Текст] / Е. В. Белоруссова // Педагогика: традиции и инновации : материалы V Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, июнь 2014 г.). – Челябинск : Два комсомольца, 2014. – С. 106–108.

2. Карпинская, Т. В. Педагогическое проектирование в структуре подготовки педагога / Т. В. Карпинская. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2015. – 211 с.

3. Пальчевский, Б. В. Комплексное научно-методическое обеспечение технологического образования / Б. В. Пальчевский // Тэхналагічная адукацыя. – 1996. – № 3. – С. 35–68.

4. Радченко, А. К. Проектирование технологии обучения техническим дисциплинам : учеб. пособие / А. К. Радченко. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2003. – 288 с.

5. Семушина, Л. Г. Содержание и технологии обучения в средних специальных учебных заведениях : учеб. пособие для учреждений сред. проф. образования / Л. Г. Семушина. – М. : Мастерство, 2001. – 272 с.

6. Смолякова, О. Ф. Технология развития проектной деятельности будущих педагогов / О. Ф. Смолякова // Адукацыя і выхаванне. – 2004. – № 2. – С. 58–63.

Denis Zernitsa

**PECULIARITIES OF EDUCATIONAL MANAGEMENT  
WHEN USE A WORK BOOK AT THE LESSON  
(by the example of the topic «Steelmaking»)**

*Summary.* The article describes training technology used for "Steelmaking" including disciplines "Material Science and Material Technology" with the help of a workbook which is aimed at the development of personal activity in the learning process. In process of training this technique allows a teacher to organize independent cognitive activity of pupils.

**Keywords:** educational technology, lesson flow sheet, means of educating, working notebook, structure and logics chart, activity of personality in educational process, independent cognitive activity of students.

УДК 621.91.01

**М. И. Зубрицкий**

**ВОДОРАСТВОРИМЫЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ  
НА МЫЛЬНО-СИЛИКАТНОЙ ОСНОВЕ**

*Изучена перспективность использования водных бинарных растворов силиката натрия и натриевых мыл как основы новых смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) для механической обработки металлов. В качестве натриевых мыл использованы олеат натрия и продукты омыления рапсового масла и гудронов растительных масел. Установлены критерии получения стабильных мыльно-силикатных растворов и исследованы их основные физико-химические и функциональные свойства. Рассматривается перспективность использования новых СОЖ на различных операциях металлообработки.*

**Ключевые слова:** смазочно-охлаждающие жидкости, натриевые мыла, жидкое стекло, обработка металлов резанием и шлифованием.

**Введение.** Современную технологию обработки металлов невозможно представить без широкого использования смазочно-охлаждающих технологических сред. В процессах обработки металлов резанием особое место занимает совершенствование составов смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Традиционно СОЖ делят на два основных класса – масляные и водосмешиваемые [1]. Масляные СОЖ, обладая хорошими смазочными способностями, имеют низкую охлаждающую способность,

повышенную пожароопасность, необходимость специальных мер по утилизации. Водосмешиваемые технологические жидкости могут содержать в своем составе минеральные масла в виде эмульсий, но наиболее предпочтительными являются полностью водорастворимые СОЖ, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с масляными и водно-масляными жидкостями: наиболее высокой охлаждающей и моющей способностью, пожаробезопасностью и простотой утилизации.

Одним из самых распространенных компонентов СОЖ на водной основе являются мыла – продукты омыления как индивидуальных жирных кислот (в том числе синтетических), так и различных жировых продуктов растительного и животного происхождения [2]. Привлекательность этих компонентов заключается в высокой смазочной способности, экологической безопасности и доступности.

Сравнительно новым и еще недостаточно изученным классом водорастворимых СОЖ являются композиции на основе растворов силиката натрия – жидкого стекла (ЖС), которые особенно эффективны на операциях хонингования. СОЖ на ЖС абсолютно пожаробезопасны и нетоксичны, однако их применение ограничено низкой смазывающей способностью ЖС [3–5]. Модифицирование таких СОЖ органическими и неорганическими веществами, традиционно используемыми в составах технологических жидкостей, связано с проблемой коллоидной нестабильности силикатных растворов.

**Цель работы** – исследование перспективности использования бинарных мыльно-силикатных растворов в качестве основы многофункциональных СОЖ для обработки металлов.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объектов исследования использовали натриевое ЖС по ГОСТ 13078-81 с молярным отношением  $\text{SiO}_2$  к  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,3–2,4, которое разбавляли водой до необходимой концентрации. В качестве натриевых мыл использовали олеат натрия, получаемый нейтрализацией олеиновой кислоты классификации «хч» (ТУ 6-09-5290-86) гидроксидом натрия и продукты омыления рапсового масла (ГОСТ 8988-77) и гудрона растительных масел (ГРМ) Гомельского жирового комбината. Состав используемого ГРМ включает (мас. %) жирные кислоты: миристиновую (0,5–1,0), пальмитиновую (15–20), стеариновую (1–2), олеиновую (20–35), линолевую (30–40), а также продукты полимеризации и сложные эфиры (до 100). Кислотное число ГРМ – 150–170 мг КОН/г.

Процесс нейтрализации олеиновой кислоты и омыления жировых продуктов проводили по известной методике [6], добиваясь степени омыления близкой к 100 %.

Смазочную способность водных растворов оценивали на машине трения СМЦ-2 по схеме ролик – вкладыш при скорости  $v = 0,5$  м/с. Подача растворов в зону трения осуществлялась путем окунания вращающегося

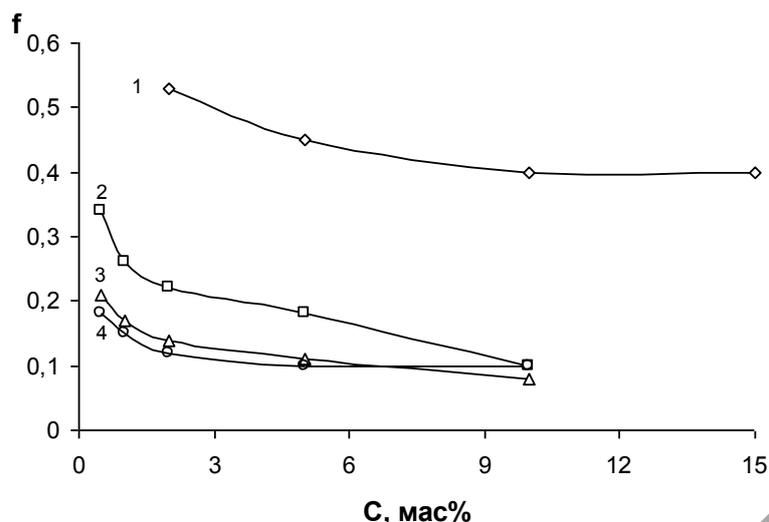
ролика в кювету с испытываемой жидкостью. Ролик изготовлен из стали 45 (48...50 HRC), ширина – 10, внешний диаметр – 40 мм, исходная шероховатость поверхности  $R_a = 0,2 \div 0,3$  мкм. Вкладыш из стали 3 представлял собой сектор кольца с внешним диаметром 60, внутренним 40 и шириной 10 мм. Кроме коэффициента трения измеряли интенсивность съема металла при имитации процесса шлифования, который осуществляли по той же схеме, но в качестве ролика использовали абразивный круг диаметром 40 мм марки 25A25ПСТ15. Шлифование проводили при скорости  $v = 0,5$  м/с и нагрузке  $p = 1$  МПа. Шероховатость обработанной поверхности измеряли на профилографе «Калибр ВЭИ». Коррозионную агрессивность определяли капельным методом по ГОСТ 6243-75 на пластине из серого чугуна марки СЧ-30.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Основной вопрос, который необходимо решить при создании СОЖ на мыльно-силикатной основе – это обеспечение стабильности системы ЖС-мыло.

Поскольку ЖС является солевой формой неорганического полиэлектролита, в котором роль полиионов играют кремнекислородные полианионы различной степени полимеризации, а роль противоионов – катионы натрия, можно ожидать, хорошую совместимость и структурную стабильность его бинарных растворов с мылами, являющимися анионными поверхностно-активными веществами. Экспериментально было установлено, что на основе растворов ЖС с концентрацией до 4 мас. % и продуктов омыления жирных кислот с концентрацией до 3 мас. % могут быть получены силикатно-мыльные системы, обладающие длительной коллоидной стабильностью (для олеата натрия до 20 суток, для омыленного гудрона и рапсового масла – до нескольких суток). При более высоких концентрациях, через некоторое время происходит образования непрерывного мыльного каркаса. Впрочем, процесс гелеобразования является обратимым, и система легко переводится в жидкое состояние нагреванием и перемешиванием.

Был проведен анализ зависимостей электропроводности водных растворов продуктов омыления жирных кислот от концентрации и степени омыления, а для растворов ЖС – от концентрации и силикатного модуля. Установлено, что снижение стабильности происходит, во-первых, при достижении критической концентрации мицеллообразования в водных растворах натриевых мыл, а во-вторых, из-за образования и выделения силикаторганических продуктов, которые, скорее всего, представляют собой комплексные натриевые силикатные мыла на основе органических высокомолекулярных кислот и неорганической низкомолекулярной кремниевой кислоты.

Триботехнические испытания показали, что растворы ЖС проявляют смазочную способность только при концентрациях более 5 мас. %, в то время как растворы мыл обладают значительно более высокой смазочной способностью уже при концентрации раствора – 0,5 мас. % (рисунок 1).

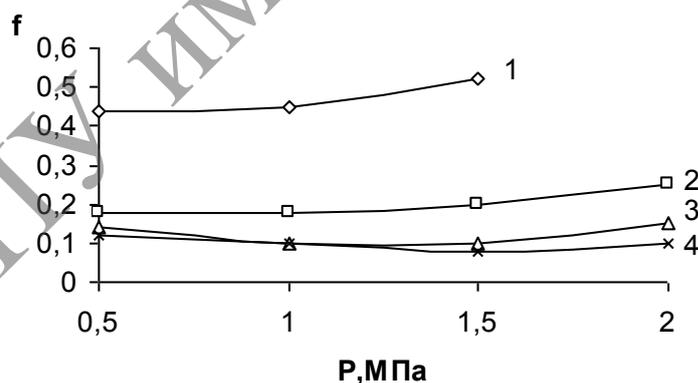


1 – ЖС, 2 – олеат натрия, 3 – омыленное рапсовое масло, 4 – омыленный ГРМ  
 $(v = 0,5 \text{ м/с}, p = 1 \text{ МПа})$

Рисунок 1. – Зависимость коэффициента трения пары сталь 45-сталь 3 от концентрации растворов

Несколько лучшие смазочные свойства продуктов омыления рапсового масла и ГРМ по сравнению с чистым олеатом натрия объясняются присутствием в их составе, кроме олеата натрия, солей других жирных кислот (пальмитиновой, линолевой), а также сложных эфиров (моноглицеридов и др.).

Сравнительный анализ смазывающей способности растворов от нагрузки (рисунок 2), также показывает преимущества мыльных растворов по сравнению с растворами ЖС.

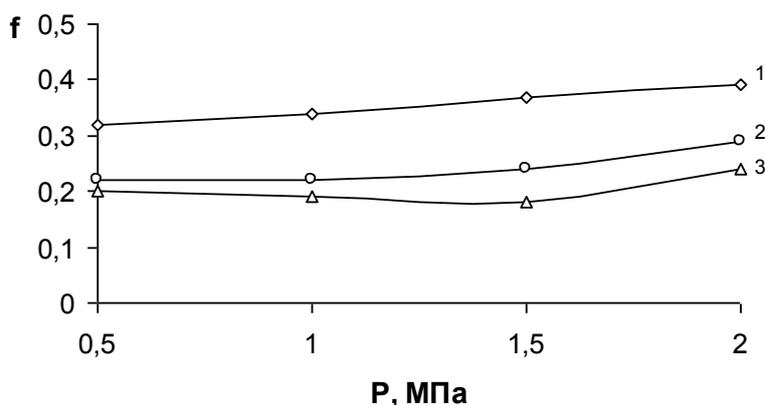


1 – ЖС, 2 – олеат натрия, 3 – омыленное рапсовое масло, 4 – омыленный ГРМ  
 $(v=0,5 \text{ м/с})$

Рисунок 2. – Зависимость коэффициента трения пары сталь 45-сталь 3 от нагрузки при смазывании 5 % растворами

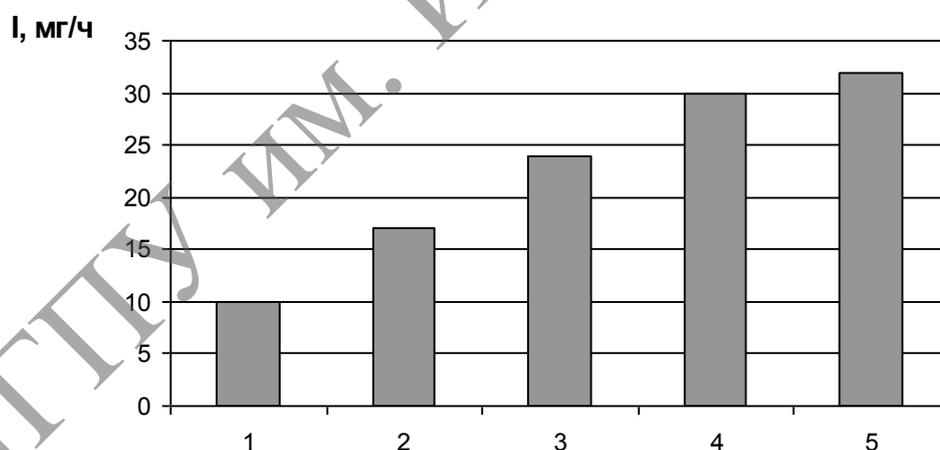
Кроме значительно более низкого коэффициента трения, при использовании растворов мыл задир поверхности трения в диапазоне применяемых нагрузок не наблюдался. В случае ЖС при превышении нагрузки 1,5 МПа наблюдался задир поверхности и даже заклинивание узла трения.

Результаты триботехнических испытаний бинарных мыльно-силикатных растворов приведены на рисунке 3.



1 – олеат натрия, 2 – омыленное рапсовое масло, 3 – омыленный ГРМ ( $v=0,5$  м/с)  
 Рисунок 3. – Зависимость коэффициента трения пары сталь 45-сталь 3 от нагрузки при смазывании растворами, содержащими 3 % ЖС и 2 % мыла

На первый взгляд введение ЖС в мыльные растворы не приводит к достижению дополнительного положительного результата. Однако анализ влияния мыльно-силикатных технологических жидкостей на процесс шлифования показывает, что введение ЖМ приводит к значительному возрастанию съема металла (рисунок 4). Наиболее быстрый съем металла обеспечивается при использовании продуктов омыления ГРМ и рапсового масла.



1 – вода, 2 – ЖС (5 %), 3 – ЖС (3 %) + олеат натрия (2 %), 4 – ЖС (3 %) + омыленное рапсовое масло (2 %), 5 – ЖС (3 %) + омыленный ГРМ (2 %)  
 Рисунок 4. – Интенсивность съема металла при имитации процесса шлифования с использованием в качестве СОЖ

Недостатком всех СОЖ на водной основе является их склонность к корродирующему действию. Результаты испытания исследуемых растворов на коррозионную агрессивность приведены в таблице 1. Как следует из полученных данных, у всех исходных растворов проявляется коррозионная

агрессивность. Комбинация мыльных растворов и ЖС хотя и снижает проявление коррозии вследствие пассивирующего действия силиката натрия на поверхность металла, но полностью не устраняет.

Таблица 1. – Коррозионная агрессивность

Состав	Наличие коррозии
Вода	сплошная
ЖС (5 %)	следы
Олеат натрия (5 %)	следы
Омыленный ГРМ (5 %)	точечная
Омыленное рапсовое масло (5 %)	точечная
Олеат натрия (2 %)+ЖС (3 %)	следы
Омыленный ГРМ (2 %)+ЖС (3 %)	следы
Омыленное рапсовое масло (2 %)+ЖС (3 %)	следы
Олеат натрия (2 %)+ЖС (2,5 %)+ТЭА	отсутствует
Омыленный ГРМ (2 %)+ЖС (2,5 %)+уротропин (0,5 %)	отсутствует
Омыленное рапсовое масло (2 %)+ЖС (2,5 %)+ТЭА (0,5 %)	отсутствует

Однако введение в состав технологических жидкостей таких стандартных ингибиторов коррозии, как уротропин или триэтаноламин (ТЭА) в количестве 0,5 мас. %, позволяет полностью подавить коррозионные процессы.

На основании проведенных исследований была разработана мыльно-силикатная СОЖ, состав и некоторые свойства которой приведены в таблице 2. Для сравнения была испытана силикатная СОЖ (а.с. СССР № 1766955) [7].

Таблица 2. – Состав и свойства СОЖ

Компонент	Состав, мас. %	
	Разработанный	По а.с. № 1766955
Натриевое ЖС	1,5–8,0	3,0–6,0
Омыленные ГРМ или рапсовое масло	2,0–5,0	–
Уротропин	0,2–0,8	–
Нитрит натрия	–	0,3–0,5
Сульфит натрия	–	0,2–0,1
Вода	До 100	До 100
Свойства		
Коэффициент трения, $f$	0,15–0,22	0,4–0,45
Интенсивность съема металла, $I$ мг/ч	70–75	50–60
Шероховатость обработанной поверхности, $R_a$ мкм	0,4–0,5	0,6–0,8

Разработанные составы были использованы в промышленных условиях на операциях шлифования стальных изделий, а также волочения медной катанки. Лабораторные испытания показали возможность использования силикатно-мыльных СОЖ при шлифовании и алмазной обработке некоторых сортов стекла и керамики.

**Выводы.** Таким образом, водные силикатно-мыльные растворы являются перспективной основой для разработки новых СОЖ. При совмещении органических и неорганических растворов можно получать СОЖ, сочетающие полезные функциональные свойства входящих в ее состав компонентов. Силикатно-мыльные СОЖ являются новым классом водных СОЖ, особенно перспективным для применения на операциях шлифования.

#### *Обозначения*

$R_a$  – шероховатость поверхности, мкм;  $f$  – коэффициент трения;  $p$  – нагрузка, МПа;  $v$  – скорость скольжения, м/с;  $I$  – интенсивность съема металла, мг/ч;  $c$  – концентрация, мас. %.

#### **Список основных источников**

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием / под ред. С. Г. Энтелеса, Э. М. Берлинера. – М. : Машиностроение, 1995. – 352 с.
2. Смазочно-охлаждающие жидкости на водной основе (обзор) / А. Ю. Ключев [и др.] // *Материалы, технологии, инструменты*, 2004. – № 3 (9). – С. 27–45.
3. Использование жидкого стекла как основы СОЖ для хонингования металлов / Ю. А. Евдокимов [и др.] // *Трение и износ*, 1992. – № 2 (13). – С. 378–382.
4. Евдокимов, Ю. А. Оценка эффективности силикатной смазочно-охлаждающей жидкости при хонинговании металлов / Ю. А. Евдокимов, И. П. Головченко, Е. П. Мельникова // *Трение и износ*, 1993. – № 4 (14). – С. 748–751.
5. Мельникова, Е. П. Влияние силикатных композиций на триботехнические свойства обработанных поверхностей / Е. П. Мельникова // *Трение и износ*, 2001. – № 1 (22). – С. 99–103.
6. Абрамзон, А. А. Поверхностно-активные вещества / А. А. Абрамзон, Л. П. Зайченко, С. И. Файнгольд. – М. : Химия, 1988. – 304 с.
7. Смазочно-охлаждающая жидкость для хонингования металлических поверхностей: а. с. 1766955, СССР: МКИ С10М 173/02. БИ – 1992, № 37 / И. П. Головченко, Б. В. Намаконов, В. А. Кулаков, Е. П. Мельникова, А. Н. Челпанов.

Miroslav Zubritsky

## WATER SOLUBLE COOLANT BASED ON SOAP-SILICATE

*Summary.* Prospects for use of water binary solutions of sodium silicate and sodium soap as a base of new cutting fluid for machining metals are described in the article. Sodium soaps sodium oleate and the products of saponification of rapeseed oil and tar oils are used. Criteria to obtain a stable and soap-silicate solutions and investigated their basic physico-chemical and functional properties are established. The prospects of using new coolant for various machining operations are described.

**Keywords:** cutting fluids, sodium soap, liquid glass, metal cutting and grinding.

УДК 378.147

Т. В. Карпинская

## ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕДАГОГА-ИНЖЕНЕРА

*В статье описаны такие проблемы формирования профессиональных компетенций педагога-инженера, как неоднозначное толкование понятий «компетенция» и «компетентность»; специфика профессиональной деятельности педагога-инженера, интегрирующая педагогическую и техническую компоненты; усиление практической ориентации образования; развитие познавательной самостоятельности студентов в системе высшего образования.*

**Ключевые слова:** компетентность, профессиональные компетенции, проблемы формирования профессиональных компетенций педагога-инженера, специфика профессиональной деятельности педагога-инженера, познавательная самостоятельность студентов.

**Введение.** Стремительное развитие науки и техники ставит перед системой профессионального образования задачи подготовки компетентного, образованного, высококвалифицированного специалиста для работы в динамично меняющихся условиях, способного самостоятельно и творчески решать профессиональные задачи, готового к дальнейшему самообразованию и саморазвитию. Достижение высокого уровня профессиональной компетентности представляет собой стратегическую цель профессионального педагогического образования.

Поэтому и возрастают требования к подготовке компетентных педагогов-инженеров, которые, наряду с хорошими технико-технологическими знаниями, хорошо владели бы методикой их передачи учащимся и рабочим, понимали бы общую стратегию воспитания профессионализма и профессионала.

Педагогический профессионализм, прежде всего, связан с высоким уровнем самореализации индивидуальных особенностей личности и способностью к индивидуальному стилю деятельности. Этот стиль вырабатывается в процессе учебы в вузе. Идея формирования профессиональной компетенции будущего педагога-инженера должна стать основной в вузовской подготовке специалистов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** На современном этапе развития общества профессиональная подготовка специалиста определяется во многом социальным заказом, потребностями общества в специалистах соответствующего профиля. Главными показателями готовности к профессиональной деятельности является профессиональная компетентность специалиста и его конкурентоспособность на современном рынке труда. При этом требования к профессии отражаются в наборе компетенций, так как на рынке труда оцениваются не знания, а способность выполнять определенные функции.

Проведенный анализ работ по вопросу компетентностного подхода в педагогике и психологии позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время отсутствует однозначное толкование понятий «компетенция» и «компетентность».

В своих исследованиях Э. М. Никитин компетентность рассматривает как интегральную профессионально-личностную характеристику, которая определяется готовностью и способностью выполнять профессионально-педагогические функции в соответствии с принятыми в социуме нормами, стандартами и потребностями [6].

В своих научных работах И. Д. Багаева и О. М. Шиян акцентируют внимание на том, что уровень компетентности специалиста во многом обуславливается его способностью и умением вырабатывать свой созидательный, творческий потенциал и плодотворно заниматься самосовершенствованием, самопознанием и саморазвитием [10].

Многие ученые трактуют «компетентность» как вторичное понятие относительно к «компетенции». Так А. В. Хуторской считает, что компетенция включает совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, методов деятельности), задаваемых по взаимоотношению к определенному кругу предметов и процессов и нужных для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним, а компетентность – это владение, обладание человеком надлежащей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и объекту деятельности [9].

Н. Н. Овчинникова понимает под профессиональной компетентностью готовность и способность личности использовать теоретические знания и практический опыт для решения профессиональных задач [8]. Таким образом, компетентность характеризует степень готовности специалиста к осуществлению профессиональной деятельности, представляет собой самостоятельное понятие, формируется в образовательном процессе вуза и имеет специфическое наполнение.

Особенно возрастает роль педагогического образования, поскольку именно от педагога, уровня его профессиональной компетентности и духовной зрелости зависит будущее не только отдельного государства, но и международного сообщества, а сегодня уже и жизни как таковой. Масштабность социальных, экономических, экологических, геополитических проблем требует от выпускника педагогического вуза уровня профессионализма, достаточного для принятия самостоятельных и ответственных решений, осознания значимости реализации своей миссии, ее культурно-исторических и нравственных оснований.

Происходящие реформы в образовании выдвигают четкие требования к квалификации педагога-инженера. В соответствии с образовательным стандартом, целью подготовки специалиста является формирование и развитие социально-профессиональной, практико-ориентированной компетентности, позволяющей сочетать академические, социально-личностные, профессиональные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности, для работы в области образования и производства [7].

Анализируя ситуацию относительно вузовской подготовки педагога-инженера, прежде всего, следует указать на широкую проблематику, касающуюся качества профессионального образования в целом. Несмотря на актуальность проблемы и интерес к ней со стороны ученых, до сих пор остается целый ряд нерешенных вопросов качества подготовки инженеро-педагогов и в частности формирования их профессиональных компетенций.

Изучение современного состояния профессиональной подготовки будущих педагогов-инженеров, анализ психолого-педагогической литературы позволил отметить противоречие между требованиями производства в грамотных, не требующих дополнительных затрат и времени на переучивание, способных к принятию самостоятельных решений и свободно ориентирующихся в реальных производственных условиях молодых специалистов и недостаточной теоретической и практической разработанностью содержательного и методического аспектов процесса формирования профессиональной компетентности студентов.

Педагог-инженер является специалистом в области как производства, так и образования. Характеристика будущего педагога-инженера предусматривает наличие у него широких инженерных знаний по

специальности, глубоких знаний в области теории и практики организации учебно-воспитательного процесса, выражающих сплав технологического и педагогического образования [7].

Особую значимость в данном контексте приобретает проблема специфики профессиональной деятельности педагога-инженера, которая относится к сложным видам деятельности, интегрирующим педагогическую и техническую компоненты. Каждый вид профессиональной деятельности (производственной, эксплуатационной, исследовательской, проектировочной, управленческой, методической и др.) характеризуется определенной компетентностью. От характера данной деятельности будет зависеть состав профессиональных компетенций педагога-инженера. Общая профессиональная компетентность предполагает формирование частных видов компетентности, соответствующих выполняемым квалификационным процедурам [8].

Анализ исследований и педагогического опыта показал, что различные виды производственных и педагогических практик, выполнение курсовых, дипломных и научно-исследовательских работ позволяют лишь в определенной степени влиять на формирование компетенций.

Трудности, которые возникают во время педагогической практики, помогают преодолеть вхождение в практическую деятельность студентов. Хорошо продуманная организация педагогической практики на всех уровнях профессиональной подготовки студентов, поэтапное проведение различных ее видов на принципах последовательности, постепенное усложнение ее заданий имеет большое значение в профессионально-педагогической подготовке студентов, формировании у них умений учебно-воспитательной работы с учащимися, профессионально значимых качеств личности [2].

Соотнесение содержания практик с функциями в иной деятельности может сократить разрыв между теоретической и практической подготовкой специалиста. Однако идею сокращения аудиторной нагрузки в пользу увеличения самостоятельной работы и продолжительности практик в образовательном процессе реализовать сложно. Помимо этого, на продолжительность педагогической практики влияют и такие моменты, как: немногие учебные заведения доверяют значительную часть учебного процесса студентам; практика проходит именно в период обучения, при этом учебный процесс прерывается. Рассматривая проблему организации педагогической практики, следует отметить, что она станет эффективным средством подготовки к педагогической деятельности при условии, если студент сам желает, стремится стать хорошим педагогом, если сознательно организует свой процесс профессионального самообразования и самовоспитания, если осознает свою ответственность за воспитание и развитие подрастающего поколения.

Кроме этого, ученые отмечают и другие факторы, препятствующие формированию профессиональных компетенций студентов: низкая инфор-

мированность о перспективах деятельности; воспроизводство репродуктивных форм организации учебного процесса; отсутствие индивидуальных образовательных траекторий; недостаточная коммуникативная культура и грамотность студентов [4].

Компетентность, формируясь на основе синтеза теории и практики, проявляется не в форме заученного знания, а в состоянии актуализированного умения личности познавать, мыслить, общаться и действовать, выдвигать и разрешать определенные классы задач, анализировать ход и результаты их решения, постоянно вносить целесообразные коррективы [1].

Профессионально-педагогическая компетентность инженера-педагога требует наличия таких качеств, которые бы обеспечили реализацию учебной, воспитательной и развивающей функций: глубокие инженерно-педагогические знания и умения, производственные навыки рабочей профессии, фундаментальные психологические знания и диагностические умения.

Одним из приоритетов современной системы образования становится подготовка активно действующего специалиста, который способен к осмысленному самостоятельному учению. Увеличение доли самостоятельной работы студентов требует соответствующей реорганизации учебного процесса, разработки новых средств и методов в освоении учебного материала на основе моделирования и коммуникаций. В этой связи возникает объективная необходимость проектирования образовательного процесса в вузе, направленного на развитие самостоятельной познавательной деятельности студентов в новых условиях профессиональной подготовки.

В настоящее время проблема развития познавательной самостоятельности студентов в системе высшего образования приобрела особую актуальность. Отметим, что познавательная самостоятельность студентов является одним из показателей успешности вузовского образования, поскольку предполагает способность человека к саморазвитию. Успешность личностного развития учащейся молодёжи зависит также от того, насколько сам студент выступает субъектом, создателем условий жизни и смысловой содержательности. Именно поэтому недостаточно ориентировать будущих педагогов-инженеров на использование полученной суммы знаний. Важно сформировать у них умение самостоятельно приобретать новые знания, гибко реагировать на меняющиеся требования к специалистам.

В большинстве исследований познавательная самостоятельность представлена как личное образование, которое проявляется в регуляции личностью своей познавательной деятельности, в интеграции учебно-познавательной мотивации, интереса, личностного смысла и волевых усилий, активности личности, в устойчивом отношении обучаемых к познанию. В этом контексте мы рассматриваем познавательную самостоятельность как стремление и умение самостоятельно мыслить, способность обучающихся ориентироваться в новой ситуации, находить новые подходы к решению профессиональных задач, желание самому не только понять

усваиваемую информацию, но и способы добывания знаний, критический подход к суждению других, независимость собственных суждений. Здесь определяющую роль играет самостоятельная работа. Знания, полученные самостоятельно, путём преодоления определённых трудностей, усваиваются прочнее, чем полученные в готовом виде. В этой связи важно помочь учащимся стать активными участниками процесса обучения и формировать у них потребность в постоянном поиске новых знаний.

В педагогической практике используются различные пути активизации познавательной деятельности – разнообразие форм, методов, средств обучения, выбор таких их сочетаний, которые в возникших ситуациях стимулируют активность и самостоятельность студентов. Все большее значение приобретают коммуникативные умения, способность к моделированию ситуаций, приобретение опыта ведения диалога, дискуссий, приобщение к творческой деятельности [3].

Новые требования ориентируют систему образования на обеспечение удовлетворения потребностей современного общества и самих обучающихся. Студент намерен получить такое образование, которое в наибольшей степени содействует развитию его личностных сил и благоприятно скажется на его профессиональной карьере. Главной целью компетентностного подхода в обучении является усиление практической ориентации образования, выходящего за пределы «зуновского» образовательного пространства, ограничивающего воспитывающие и обучающие функции обучения, развитие познавательной самостоятельности как основы интеллектуальной самостоятельности и инициативы студентов в процессе решения профессиональных задач различного уровня сложности.

**Выводы.** Таким образом, анализ познавательной ситуации относительно процесса вузовской подготовки педагога-инженера позволяет отметить широкую проблематику, касающуюся качества профессионального образования в целом. Учеными отмечаются и такие проблемы формирования профессиональных компетенций педагога-инженера, как неоднозначное толкование понятий «компетенция» и «компетентность»; специфика профессиональной деятельности педагога-инженера, интегрирующая педагогическую и техническую компоненты; усиление практической ориентации образования; развитие познавательной самостоятельности студентов в системе высшего образования.

В этой связи возникает объективная необходимость проектирования образовательного процесса в вузе, направленного на формирование профессиональных компетенций педагога-инженера в условиях профессиональной подготовки.

#### **Список основных источников**

1. Беспалько, В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько / М-во образования России. Ин-т проф. образования. – М., 1995. – 336 с.

2. Буслаева, М. Е. Роль педагогической практики в подготовке студентов непедагогического профиля к педагогической деятельности / М. Е. Буслаева, Е. Б. Козлова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 34. – С. 146–150.

3. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе / А. А. Вербицкий. – М. : Высшая школа, 2003. – 345 с.

4. Малышева, О. С. Проблемы формирования профессиональных компетенций студентов технических вузов / О. С. Малышева, Р. Р. Гильванов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=11288>. – Дата доступа: 09.04.2017.

5. Матвеева, Т. А. Формирование профессиональной компетентности студентов вуза в условиях информатизации образования: методология, теория, практика / Т. А. Матвеева. – М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2007. – 344 с.

6. Никитин, Э. М. Теоретические и организационно-педагогические основы формирования и развития федеральной системы дополнительного педагогического образования / Э. М. Никитин. – М., 2009. – 214 с.

7. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность – 1-08 01 01 Профессиональное обучение (по направлениям). Квалификация «Педагог-инженер» ОСВО 1-08 01 01-2013. – Введ. 27.12.2013. – Минск : М-во образования РБ, 2013. – 120 с.

8. Овчинникова, Н. Н. Состояние проблемы формирования информационно-профессиональной компетентности будущих инженеров / Н. Н. Овчинникова // Человек. Спорт. Медицина. – 2008. – № 29 (129). – С. 139–144.

9. Хуторской, А. В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты / А. В. Хуторской // Интернет-журнал «Эйдос». – 2002. – 23 апреля. <http://eid0S.ru/journal/2002/0423.htm>. – В надзаг.: Центр дистанционного образования «Эйдос».

10. Шиян, О. М. Аутопедагогическая компетентность педагога / О. М. Шиян // Педагогика. – 1999. – № 1. – С. 63–69.

**Tatsiana Karpinskaya**

## **PROBLEMS OF TEACHERS-ENGINEERS PROFESSIONAL COMPETENCE FORMATION**

*Summary. The article describes the teachers-engineers professional competence formation and depicts ambiguous interpretation of the concepts "competence" and "professional integrity". The specificity of professional activity of a teacher-engineer and integrating pedagogical and technical components are described. Strengthening of practical orientation in education*

*and development of cognitive independence of students while getting Higher education degrees are depicted.*

**Keywords:** competence, professional competence, problems of formation of professional competence of a teacher-engineer, specifics of professional activity of a teacher-engineer, cognitive independence of students.

УДК 373.5.046.16:51:004

**И. Н. Ковальчук, С. А. Акуленко**

## **ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ НА ВТОРОЙ СТУПЕНИ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

*В статье рассматриваются возможности использования электронных средств обучения математике на второй ступени общего среднего образования. На примере сервиса LearningApps.org показано, как использовать веб-ресурс в учебном процессе.*

**Ключевые слова:** информатизации системы образования, информационные технологии, электронные средства обучения, сервис LearningApps.org.

**Введение.** Концепцией информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 года определены базовые принципы, подходы и условия для успешной реализации процесса информатизации. Сегодня особенно актуальна проблема использования информационных технологий при обучении школьников математике. Математика является опорным учебным предметом, который дает общее представление о математике как науке, помогает овладеть математическими методами, обеспечивает качественное изучение дисциплин естественно-научного цикла, позволяет развивать логическое и образное мышление учащихся. Особенно важно правильно организовать обучение математике на второй ступени (V–IX классы) общего среднего образования как базисе для продолжения образования и для профессионального самоопределения.

Сегодня остается открытым вопрос: «Как же наиболее эффективно использовать потенциальные возможности современных информационных технологий при обучении школьников математике?». Поэтому методическая проблема, над которой мы работаем, это – разработка оптимальных форм использования информационных технологий при обучении математике на второй ступени общего среднего образования.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Информационные технологии реализуются с помощью электронных средств обучения.

Электронные средства обучения – программные средства, в которых отражается некоторая предметная область, в той или иной мере реализуется технология её изучения средствами информационно-коммуникационных технологий, обеспечиваются условия для осуществления различных видов учебной деятельности [4].

По своему методическому назначению электронные средства обучения можно подразделить на следующие виды:

✓ обучающие программные средства – обеспечивают необходимый уровень усвоения учебного материала;

✓ программные средства (системы) – тренажёры – обеспечивают отработку умений учащихся, осуществляют самоподготовку и используются при повторении или закреплении учебного материала;

✓ контролирующие программные средства – программы, предназначенные для контроля (самоконтроля) уровня овладения учебным материалом;

✓ информационно-поисковые, информационно-справочные программные средства – позволяют осуществить выбор и вывод необходимой информации (их методическое назначение – формирование умений учащихся по поиску и систематизации информации);

✓ моделирующие программные средства – предоставляют учащимся основные элементы и типы функций для моделирования определённой реальности (они предназначены для создания модели объекта, явления, процесса или ситуации с целью их изучения, исследования);

✓ демонстрационные программные средства – обеспечивают наглядное представление учебного материала, визуализацию изучаемых явлений, процессов и взаимосвязей между объектами;

✓ учебно-игровые программные средства – позволяют «проигрывать» учебные ситуации (например, с целью формирования умений принимать оптимальное решение или выработки оптимальной стратегии действия);

✓ досуговые программные средства – используются для организации деятельности учащихся во внеклассной работе.

Обозначены следующие ключевые аспекты использования электронных средств обучения в образовательном процессе:

✓ *мотивационный аспект*: электронные средства обучения создают условия для максимального учёта индивидуальных образовательных возможностей и потребностей учащихся, широкого выбора содержания, форм, темпов и уровня подготовки, удовлетворения образовательных потребностей, раскрытия творческого потенциала учащихся;

✓ *содержательный аспект*: электронные средства обучения дополняют учебник теми элементами, которые он реализовать не может, позволяют быстрее найти нужную информацию, оперировать ею, работать с наглядными моделями труднообъяснимых процессов;

✓ *учебно-методический аспект*: электронные средства обучения обеспечивают учебно-методическое сопровождение учебного предмета,

так как их можно применять при подготовке к уроку; непосредственно на уроке (при объяснении нового материала, для закрепления усвоенных знаний, в процессе контроля знаний); для организации самостоятельного изучения учащимися дополнительного материала и т. д.;

✓ *организационный аспект*: электронные средства обучения могут быть использованы при классно-урочной, проектно-групповой, индивидуальной моделях обучения, во внеклассной работе;

✓ *контрольно-оценочный аспект*: электронные средства обучения позволяют осуществлять различные виды контроля: поурочный, тематический, промежуточный и итоговый.

Необходимо отметить, что использование электронных средств обучения в образовательном процессе значительно влияет на формы и методы представления учебного материала, характер взаимодействия между обучаемым и педагогом и соответственно на методику проведения занятий в целом. Вместе с тем электронные средства обучения не заменяют традиционные подходы к обучению, а значительно повышают их эффективность. Главное для педагога – найти соответствующее место электронных средств обучения в образовательном процессе [4].

Применять компьютерные программы можно на любом этапе урока. Основная задача учителя состоит в том, чтобы правильно организовать работу учащихся [1].

Установлено, что на уроках математики на этапе усвоения новых знаний информационные технологии могут быть использованы (форма использования):

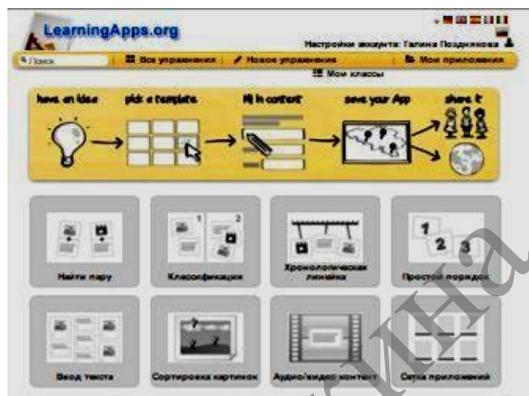
- при историческом обзоре открытия того или иного математического факта (видеофильм, презентации в среде PowerPoint или Macromedia Flash, электронный учебник и др.);
- при изложении теоретического блока материала (видеофильм, презентации в среде PowerPoint или Macromedia Flash);
- для демонстрации наглядных схем и графиков функций и уравнений, алгоритмов решения уравнений и неравенств, изображений пространственных фигур, для демонстрации образцов решения ключевых задач (презентации в среде PowerPoint или Macromedia Flash, MathCad, ABCPascal и др.);
- для демонстрации алгоритмов построения графиков функций и уравнений, сечений многогранников (в среде PowerPoint или Macromedia Flash, MathCad, Microsoft Excel, 3DMax и др.);
- для демонстрации применения математических фактов в различных сферах деятельности (в среде PowerPoint или Macromedia Flash, Microsoft Excel, 3DMax и др.).

Использование информационных технологий при объяснении нового материала позволяет рассматривать вопросы математической теории в движении, способствует увеличению наглядности и выразительности излагаемого материала. Часто возникают проблемы: «Где найти нужный

материал и как лучше его продемонстрировать?». На помощь пришли Интернет-ресурсы. Считаем, что наиболее удобным и практичным в использовании является веб-сервис Learning Apps [5].

Сервис LearningApps.org – это конструктор для создания интерактивных упражнений по разным учебным предметам для использования как на уроках, так и во внеурочной деятельности.

На сайте «LearningApps.org» представлена большая коллекция готовых упражнений, сортированных по категориям (учебные предметы, области знаний), по темам, по ступеням обучения (начальная, средняя школа, старшие классы, профессиональное образование и повышение квалификации). Сервис LearningApps.org предназначен также и для разработки собственных интерактивных пособий.



Применение интерактивных упражнений LearningApps.org в образовательном процессе создает благоприятные условия для формирования устойчивой мотивации к обучению, при которых учащийся чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность. Ещё одним плюсом использования интерактивных упражнений является возможность сформировать необходимые навыки использования современных компьютерных технологий, воспитывать информационную культуру учащихся, а в целом – шагнуть в ногу со временем.

Использование сервиса LearningApps.org на уроках математики дает возможность повысить не только уровень профессиональной компетентности, но позволяет дифференцировать процесс обучения школьников с учетом их индивидуальных особенностей, повышает уровень учебной мотивации и дает возможность творчески работающему учителю расширить спектр способов предъявления учебной информации, позволяет осуществлять гибкое управление учебным процессом, что является социально значимым и актуальным в наше время.

На уроках математики при помощи компьютера решается проблема дефицита подвижной наглядности, когда дети под руководством учителя на экране монитора сравнивают способом наложения геометрические фигуры, решают задачи на движение.

Главная особенность всех созданных материалов – наличие интерактивности, необходимости выполнять задания в режиме on-line и с элементами игры. При наличии желания и минимальных навыков, овладеть данным сервисом может не только учитель с начальными навыками работы на компьютере, но и сами учащиеся, создавая, например, собственные интерактивные ресурсы для своих одноклассников. Для этого необходимо:

- 1) зарегистрироваться на сайте;
- 2) выбрать тип упражнения;

- 3) создать подобное приложение;
- 4) сохранить приложение.

Важной возможностью данного ресурса является возможность создать список своего класса и классную комнату для учеников, которые, входя под своими учетными данными, смогут выполнять задания, созданные именно для них учителем.



На этапе проверки понимания и закрепления знаний информационные технологии могут быть использованы (форма использования):

- 1) при организации математических диктантов (презентации в среде PowerPoint, электронный учебник);
- 2) при осуществлении тестирования учащихся в индивидуальном режиме (обучающие программы; тестирующие программы, выполненные в среде PowerPoint; электронный учебник);
- 3) при осуществлении тестирования учащихся в групповом режиме (презентации, электронный учебник).

При повторении материала за курс математики 7 и 8 классов был задействован сайт LearningApps.org. При помощи данного онлайн-сервиса были разработаны комплексные тесты с выбором ответа на тему «Числовые выражения» и «Числовые неравенства». Данные тесты вызвали у учащихся интерес своей неординарностью. Использование возможностей сервиса LearningApps.org позволяет разносторонне и целенаправленно формировать у обучающихся универсальные учебные действия и более эффективно достигать планируемых результатов за счёт включения каждого обучающегося в познавательную, творческую деятельность.

Освоение подобных сервисов позволяет учителю эффективно формировать интерактивную среду учебной деятельности в классе и сделать процесс обучения насыщеннее, интереснее, ярче; ученику – получить компетенции в области информационных технологий, овладеть навыками самостоятельной и коллективной работы, структурировать свои знания, связывать теоретические знания с практикой, получить мгновенный отклик на свои учебные действия.

**Выводы.** Применение электронных образовательных ресурсов и информационных технологий в различных формах расширяет возможности передачи информации и контроля знаний учащимся; позволяет изменять и обогащать содержание математического образования, повышать интенсивность урока; индивидуализировать процесс обучения, повышать интерес учащихся к математике; обеспечивает эмоциональную насыщенность обучения математике и связь учебного материала с окружающей жизнью.

### Список основных источников

1. Загвязинский, В. И. Теория обучения: современная интерпретация: учеб. пособие для студ. пед. учеб. заведений / В. И. Загвязинский. – М. : Издательский центр «Академия», 2001. – 192 с.
2. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии / Н. И. Запрудский. – Минск : Сэр-Вит, 2003. – 288 с.
3. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособие для студ. пед. учеб. заведений / И. Г. Захарова. – М. : Академия, 2003. – 192 с.
4. Инструктивно-методическое письмо по использованию электронных средств обучения в образовательном процессе // Матэматыка: праблемы выкладання. – 2005. – № 9. – С. 6–16.
5. LearningApps.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learningapps.org/>. – Дата доступа: 02.06.2017.

**Inessa Kovalchuk, Sofiya Akulenko**

### **E-LEARNING MODALITIES DEVELOPED FOR MATHEMATICS TEACHING AT THE SECOND DEGREE OF GENERAL SECONDARY EDUCATION**

**Summary.** The article describes the opportunities of e-learning modalities use which have been developed for Mathematics teaching at the second degree of general secondary education. The author explains how to introduce a Web resource (as exemplified by LearningApps.org ) into training process.

**Keywords:** IT penetration into Educational system, information technology, e-learning modalities, LearningApps.org.

УДК 535.42

**Г. В. Кулак, Г. В. Крох, Т. В. Николаенко**

### **АКУСТООПТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЧНО ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ПОЛИХРОМАТИЧЕСКИХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ В КРИСТАЛЛАХ ПАРАТЕЛЛУРИТА**

*Исследована брэгговская дифракция частично поляризованных полихроматических световых пучков в кристаллах парателлурифта. Рассчитана матрица когерентности световых пучков, дифрагированных в первый порядок. Численные расчеты проведены для дифракционной эффективности полихроматического излучения с гауссовым профилем спектра. Показано, что с увеличением ширины спектра падающего*

излучения эффективность дифракции уменьшается. Это связано с уменьшением интенсивности света при отклонении длины волны от центральной и с селективными особенностями брэгговской дифракции.

**Ключевые слова:** дифракция света на ультразвуке, полихроматическое излучение, одноосный кристалл.

**Введение.** Многие лазерные источники, например,  $CO_2$ – лазеры [1], инжекционные лазеры [2] при определенных условиях генерируют частично поляризованное излучение (ЧПИ), степень поляризации которого существенно зависит от анизотропии резонатора, его поляризационной селективности, свойств и состояния активной среды. При изучении дифракции лазерного излучения на ультразвуке необходим учёт как спектральных, так и поляризационных характеристик лазерного излучения. Экспериментальное исследование брэгговской дифракции ЧПИ на УЗ волнах в одноосных кристаллах парателлуриата ( $TeO_2$ ) проведено в [2] с акцентом на особенностях рассеяния неполяризованного излучения на медленной сдвиговой акустической моде. Однако до настоящего времени не проводились достаточно полные теоретические исследования рассеяния полихроматических световых пучков на УЗ волнах в кристаллах  $TeO_2$ . В одноосных кристаллах реализуется широкоапертурная геометрия взаимодействия света и ультразвука [3], [4]. При этом плоскость акустооптического (АО) взаимодействия проходит через оптическую ось, а волновой вектор ультразвуковой (УЗ) волны составляет с перпендикуляром к оптической оси некоторый угол  $\alpha \neq 0$ . Такая геометрия АО взаимодействия имеет место, когда на диаграмме волновых векторов падающего и дифрагированного света касательные к волновым поверхностям параллельны.

Корректное описание процесса брэгговского рассеяния ЧПИ может, быть достигнуто на основе применения аппарата матрицы когерентности [5], [6]; при этом необходимо учитывать конечную ширину спектра падающего на ультразвуковую решетку излучения.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящей работе рассмотрены особенности брэгговской АО дифракции частично поляризованных полихроматических световых пучков на ультразвуковых (УЗ) волнах в кристаллах парателлуриата. При этом исследовались особенности широкоапертурной АО дифракции на медленной сдвиговой УЗ волне широкополосного излучения ИК диапазона с центральной длиной волны  $\lambda_0 = 750$  нм. При численных расчетах предполагалось, что распределение интенсивности падающего полихроматического излучения имеет гауссову форму:

$$I(\lambda) = \exp \left\{ -4 \ln 2 (\lambda - \lambda_0)^2 / \Delta \lambda_0^2 \right\},$$

где  $\Delta\lambda_0$  – полная ширина распределения по уровню 0,5 от максимального значения;

$\lambda_0$  – центральная длина волны источника.

Такое распределение интенсивности излучения может быть достигнуто, например, с помощью полупроводникового светодиода.

Расчеты проводились для анизотропной АО дифракции БСП, распространяющихся вблизи оптической оси гиротропного кристалла парателлурита ( $TeO_2$ ). Дифракция осуществлялась на медленной сдвиговой УЗ волне, распространяющейся с фазовой скоростью  $v = 617$  м/с вдоль оси  $[110]$  и поляризованной вдоль оси  $[\bar{1}10]$ . Геометрия АО взаимодействия представлена на рисунке 1.

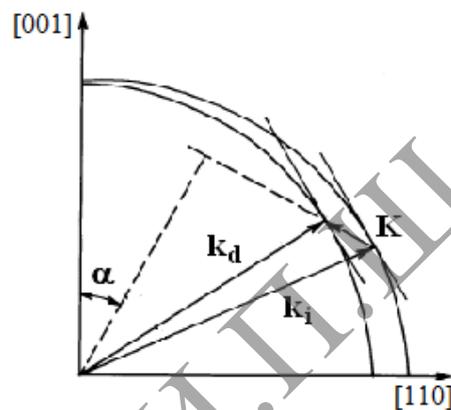


Рисунок 1. – Геометрия широкоапертурной АО дифракции в одноосных кристаллах

Поляризационные и энергетические характеристики дифрагированного пучка определяются элементами  $2 \times 2$ -матрицы когерентности [4]:

$$J = \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda}^{\lambda_0 + \Delta\lambda} (L_1 J_0 L_1^\dagger) d\lambda, \quad (1)$$

где  $J_0$  – матрица когерентности падающего частично эллиптически поляризованного полихроматического излучения;

$L_1$  – матрица Джонса акустооптической ячейки для дифрагированного пучка;

$L_1^\dagger$  – эрмитово-сопряженная с ней матрица.

Элементы матрицы  $L_1$  связывают проекции амплитуд падающей и дифрагированной световых волн на оси  $X_1$  и  $Y_1$  системы координат  $X_1 Y_1 Z_1$ , полученной поворотом координатной системы  $XYZ$  на угол  $\phi_0$

вокруг оси  $Y$ . Так как  $\varphi_0 \ll 1$ , то элементы матрицы Джонса  $L$  в системе  $XYZ$  практически совпадают с элементами матрицы  $L_1$  [6].

Матрица  $J_0$  имеет вид [6]:

$$J_0 = \frac{1}{2} I \begin{pmatrix} 1 + P_0 \cos \psi_0 \cos 2\varepsilon_0 & \cos \varepsilon_0 \sin \psi_0 + i \sin 2\varepsilon_0 \\ \cos \varepsilon_0 \sin \psi_0 - i \sin 2\varepsilon_0 & 1 - P_0 \cos \psi_0 \cos 2\varepsilon_0 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где  $P_0$  – степень поляризации;

$\psi_0$  – угол между направлением наибольшей поляризации падающего света и плоскостью рассеяния  $YZ$ ;

$\varepsilon_0 = \arctg \tau_0$  – угол эллиптичности;

$\tau_0$  – параметр эллиптичности (отношение величин малой и большой осей эллипса поляризации эллиптически поляризованной составляющей падающего света).

Элементы матрицы  $L_{ij}$  находим с учетом особенностей дифракции света длины волны  $\lambda$  отличной от брэгговской  $\lambda_0$ , на медленной сдвиговой ультразвуковой волне в кристаллах  $TeO_2$ . Эти элементы определяются выражениями:

$$L_{ij} = \chi_{ij} \frac{\sin l_d \sqrt{\chi_{ij}^2 + \delta(\lambda - \lambda_0)^2}}{\sqrt{\chi_{ij}^2 + \delta(\lambda - \lambda_0)^2}}, \quad (j = 1, 2), \quad (3)$$

где постоянные связи ( $\chi_{ij}$ ) и коэффициент  $\delta$  находятся из соотношений:

$$\chi_{ij} = \left( \frac{\pi n_o^3 \Delta b_{ij}}{\lambda_0 \sin \theta_1 \sin \psi_1} \right) \sqrt{\frac{2P_a}{l_1 l_2 \rho^3}},$$

$$\delta = \left( -\frac{2\pi n_o}{\lambda^2} \right) \left\{ \sqrt{\xi(\theta_1) - \eta)^2 + 2\eta\xi(\theta_1)(1 - \cos(\theta_1 - \gamma_1))} - 1 \right\},$$

причем

$$\xi(\theta_1) = \frac{n_e}{\sqrt{n_o^2 \cos^2 \theta_1 + n_e^2 \sin^2 \theta_1}}, \quad \eta = \frac{\lambda f}{n_o v}.$$

Здесь введены следующие обозначения:  $P_a$  – мощности ультразвуковой волны,  $\rho$  – плотность кристалла,  $\Delta b_{11} = \Delta b_{22} = 0$ ,  $\Delta b_{12} = \Delta b_{21} = (p_{12} - p_{11}) - p_{44} \sin(2\alpha)/8$  – эффективная фотоупругая постоянная в полярной плоскости ( $p_{11}, p_{12}, p_{44}$  – фотоупругие постоянные

[7]); параметр;  $l_1 \times l_2$  – размер преобразователя;  $\theta_1$  – угол дополнительный к углу падения в полярной плоскости (отсчитывается от оси X),  $\psi_1$  – угол, дополнительный к углу дифракции в полярной плоскости,  $\alpha$  – угол ориентации волнового вектора ультразвука по отношению к оси X в полярной плоскости;  $\rho$  – плотность кристалла;  $v$  – фазовая скорость УЗ волны;  $f$  – частота УЗ волны,  $P_a$  – мощность ультразвука;  $l_d$  – длина АО взаимодействия с учетом отклонения групповой скорости УЗ волны от фазовой [3];  $n_0$  ( $n_e$ ) – обыкновенный (необыкновенный) показатели преломления кристалла.

Подставив (2) и (3) в (1), получим следующие выражения для элементов матрицы когерентности дифрагированного пучка:

$$J_{11} = \frac{1}{2} \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda}^{\lambda_0 + \Delta\lambda} L_{12}^2 I(\lambda) d\lambda - \frac{1}{2} P_0 \cos(\epsilon_{\epsilon_0}) \times$$

$$\times \left[ \cos(\epsilon_{\psi_0}) \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda}^{\lambda_0 + \Delta\lambda} L_{12}^2 I(\lambda) d\lambda \right], \quad (4)$$

$$J_{22} = \frac{1}{2} \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda}^{\lambda_0 + \Delta\lambda} L_{12}^2 I(\lambda) d\lambda + \frac{1}{2} P_0 \cos(\epsilon_{\epsilon_0}) \times$$

$$\times \left[ \cos(\epsilon_{\psi_0}) \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda}^{\lambda_0 + \Delta\lambda} L_{12}^2 I(\lambda) d\lambda \right],$$

$$J_{12} = J_{21} = 0.$$

Эффективность дифракции  $\eta$  и степень поляризации  $P$  дифрагированного излучения связаны с элементами матрицы (4) соотношениями:

$$\eta = \frac{1}{k} (J_{11} + J_{22}), \quad P = \left[ 1 - \frac{4J_{11}J_{22}}{(J_{11} + J_{22})^2} \right]^{1/2} \quad (5)$$

$$k = \int_{\lambda_0 - \Delta\lambda}^{\lambda_0 + \Delta\lambda} I(\lambda) d\lambda.$$

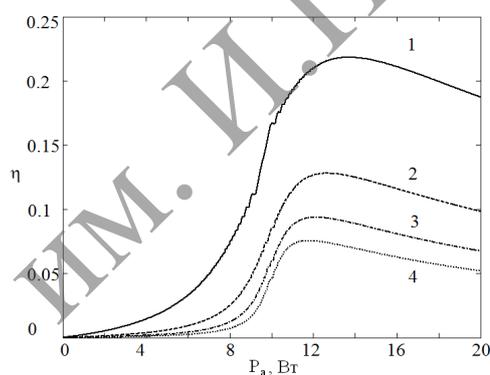
Таким образом, для рассматриваемой геометрии АО взаимодействия, азимут поляризации  $\psi = 0$ , эллиптичность полностью поляризованной составляющей дифрагированного пучка  $\tau = 0$ , степень поляризации  $P \neq 1$  [6].

С использованием полученных соотношений (5) проводились численные расчеты для случая брэгговской дифракции ИК излучения с

центральной длиной волны  $\lambda_0 = 750$  нм на медленной сдвиговой УЗ волне частотой  $f = 159$  МГц.

На рисунке 2 представлена зависимость дифракционной эффективности  $\eta$  от мощности  $P_a$  ультразвука при различных значениях ширины спектра  $\Delta\lambda$  падающего линейно поляризованного излучения. Видно, что с увеличением  $\Delta\lambda$  эффективность дифракции уменьшается, что объясняется меньшей эффективностью рассеяния боковых участков спектра по сравнению с центральной частью.

Из рисунка 2 следует, что с увеличением ширины спектра падающего излучения  $\Delta\lambda$  эффективность дифракции уменьшается. Это связано с тем, что при отклонении длины волны падающего света от брэгговской  $\lambda_0$  уменьшается эффективность дифракции боковых участков спектра. При значительных ширинах спектра  $\Delta\lambda$  имеет место выраженный максимум эффективности дифракции. Данный эффект объясняется уменьшением интенсивности света при отклонении его длины волны  $\lambda$  от центральной  $\lambda_0$  и ее увеличением при увеличении интенсивности ультразвука. Как следует из выражений (5), даже при линейной поляризации падающего света ( $P_0=1$ ) дифрагированный свет является частично поляризованным ( $P<1$ ).



$\Delta\lambda = 20$  (1), 40 (2), 60 (3) и 80 нм (4) ( $\Delta\lambda_0 = 400$  нм,  $l_1 = 2$  см,  $l_2 = 2$  см,  $P_0 = 1$ ,  $\psi_0 = 0$ ,  $\lambda_0 = 750$  нм,  $TeO_2$ )

**Рисунок 2.** – Зависимость дифракционной эффективности  $\eta$  падающего линейно поляризованного полихроматического гауссова светового пучка от мощности УЗ волны  $P_a$  для различных ширин спектра падающего пучка

**Выводы.** Таким образом, при акустооптической дифракции полихроматических световых пучков эффективность широкоугольной дифракции в одноосных кристаллах уменьшается при увеличении ширины спектра падающего излучения. При этом даже для полностью поляризованного падающего светового пучка дифрагированный пучок становится частично поляризованным. Данные особенности акустооптической дифракции необ-

ходимо учитывать при конструировании широкоапертурных неколлинеарных перестраиваемых фильтров.

#### Список основных источников

1. Поляризация  $\text{CO}_2$  лазера с анизотропным резонатором / В. П. Кабашников [и др.] // ЖПС. – 1978. – Т. 29, № 3. – С. 436–441.
2. Влияние поляризации инжекционных лазеров на эффективность акустооптического взаимодействия в анизотропных кристаллах / В. А. Кандратьев [и др.] // Квант. электрон. – 1983. – Т. 10, № 3. – С. 638–639.
3. Спектральное пропускание широкоапертурного брэгговского акустооптического фильтра на парателлурите / В. Б. Волошинов [и др.] // ЖПС. – 1990. – Т. 52, В. 2. – С. 284–289.
4. Зубринов, И. И. Широкополосный акустооптический фильтр / И. И. Зубринов, В. К. Сапожников, Д. В. Шелопут / ЖТФ. 1997. – Т. 67, № 6. – С. 50–53.
5. Chakraborty, B. Depolarizing effect of propagation of a polarized polychromatic beam through an optically active medium: a generalized study / В. Chakraborty // JOSA – 1986. – Т. 3, № 8. – P. 1422–1427.
6. Белый, В. Н. Акустооптическое взаимодействие частично поляризованных полихроматических световых пучков в кубических кристаллах / В. Н. Белый, И. Г. Войтенко, Г. В. Кулак // ЖПС. – 1988. – Т. 49, № 5. – С. 830–833.
7. Акустические кристаллы. Справочник / А. А. Блистанов [и др.] ; под ред. М. П. Шаскольской. – М.: Наука, 1986. – 629 с.

**Gennadii Kulak, Grigorii Krokh, Tatiana Nikolaenko**

#### **ACOUSTOOPTICAL INTERACTION OF PARTIALLY POLARIZED POLYCHROMATIC LIGHT BEAMS IN PARATELLURITE CRYSTALS**

*Summary.* The Bragg diffraction of partially polarized polychromatic light beams on the ultrasonic waves is investigated. The coherent matrix elements of radiation diffracted into the first order are calculated. The numerical calculation of the diffraction efficiency for polychromatic radiation having a Gaussian spectral profile is carried out. It is shown that under enhancing of spectral bandwidth the diffraction efficiency is reduced. It is connected with the reduction of light intensity under deviation of the light length from central one and the participants of Bragg diffraction selectivity.

**Keywords:** diffraction of light by ultrasound, polychromatic radiation, uniaxial crystal.

М. Л. Лешкевич, Г. Н. Некрасова

## ОБУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ВЫПОЛНЕНИЯ АЖУРНОЙ РЕЗЬБЫ ПО ДРЕВЕСИНЕ

*Статья посвящена результатам использования в учебном процессе практико-ориентированных средств обучения на примере дисциплины «Художественная обработка древесины». Показано, что внедрение практико-ориентированных средств обучения позволило повысить уровень знаний студентов, способствовало стимулированию повседневной систематической работы, обеспечило равномерное распределение учебной нагрузки студентов и преподавателей в течение семестра.*

**Ключевые слова:** практико-ориентированные средства обучения, тестовые задания, модульное обучение, ажурная резьба по древесине, технология выполнения ажурной резьбы, резцы по древесине, ручной лобзик, технологические отверстия.

**Введение.** Чтобы человеку обеспечить соответствующее образование, необходимо правильно осуществлять сложнейший педагогический процесс обучения, обеспечивающий подготовку компетентного специалиста с целью достижения максимальной результативности осуществляемой в будущем профессиональной деятельности. В число важнейших приоритетов совершенствования процесса обучения входит внедрение в учебный процесс практической составляющей общей подготовки квалифицированных специалистов строительного профиля, а также эффективной оценки результатов учебно-познавательной деятельности студентов.

Применение средств учебно-методического обеспечения практико-ориентированного характера для подготовки студентов специальности «Профессиональное обучение (строительство)» является стратегически перспективным направлением, которое в настоящее время находится на стадии разработки и в дальнейшем, на наш взгляд, должно найти широкое применение в современном образовании.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В учреждении образования «Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина» на кафедре основ строительства и методики преподавания строительных дисциплин коллективом авторов накоплен определенный опыт по разработке и внедрению в учебный процесс учебно-методических пособий в области деревообработки для подготовки квалифицированных педагогов-инженеров строительного профиля. Новизна учебно-методических пособий заключается в демонстрации технологических приемов художественной обработки древесины с иллюстрированными

инструкциями, а также разработке тестовых заданий, которые могут быть представлены в печатной и электронной версиях на основе компьютерных программ [1], [2].

Весь учебный материал структурирован в соответствии с модульным принципом обучения. Находясь в тесной взаимосвязи, модули объединены единой смысловой тематикой. Функционально они могут быть применены как отдельно взятые, так и целиком. В качестве примера рассмотрим тему «Технология ажурной резьбы» учебной программы дисциплины «Художественная обработка древесины».

Ажурная резьба – это резьба на деревянном слое любой формы, где элементы узора искусно и тонко проработаны («ажурная» в переводе с французского языка означает «сквозная») и вместо фона окружены прорезями (рисунок 1). Ажурной резьбой украшают мебель, отдельные части деревянных зданий (наличники, ограждения балкона, мансарды, карнизы), а также беседки, различные постройки на детских площадках.



**Рисунок 1. – Ажурная резьба**

Для ажурной резьбы хорошо подходит древесина лиственных пород (березы, клена, ясеня, груши).

Фон в ажурной резьбе удаляют плоскими и полукруглыми стамесками, дрелью с набором спиральных и перьевых сверл. Однако основным инструментом для удаления фона в мелких изделиях является ручной лобзик.

Лобзик представляет собой маленькую пилку с тонким и узким полотном (шириной от 0,3 до 1,5 мм), натянутым, как струна, в дуго-

образном лучке с ручкой. Два винта, с помощью которых зажаты в лучке концы полотна, позволяют не только легко заменять полотно при его поломке, но и вставлять полотно в отверстие, когда выпиливают фон орнамента. Глубокая дуга рамки позволяет пилить заготовку на расстоянии до 250 мм от края.

Работают ручным лобзиком, сидя за верстаком, изделие при этом лежит на специальном выпилочном столике, который представляет собой дощечку толщиной не менее 15 мм (чтобы не было вибрации в процессе пиления), на переднем крае которой имеется клиновидный вырез, соединенный узким пропилом с отверстием диаметром 15 мм. Это рабочее поле для выпиливания. В нормальном режиме работы ручной лобзик рассчитан на выпиливание узоров в дощечках толщиной до 15 мм.

Выполнение ажурной резьбы складывается из следующих основных этапов: нанесение рисунка с помощью шаблона на заготовку; сверление технологических сквозных отверстий; выпиливание фона, выпиливание узора по внешнему контуру; окончательная проработка фона и внешнего контура рисунка. Рассмотрим данную технологию более детально.

Аккуратно, прорисовывая каждый элемент, наносим на заготовку с помощью карандаша и трафарета необходимый узор (рисунок 2). Чтобы линии рисунка не затерлись в процессе выпиливания ручным лобзиком, заготовку с нанесенным на ее поверхность узором следует покрыть с помощью кисти тонким слоем нитроцеллюлозного лака НЦ-218.



**Рисунок 2**

Просверлим в заготовке с помощью электродрели сквозные технологические отверстия, которые необходимы для выпиливания лобзиком фона в узоре. Чтобы избежать отщепов древесины на выходе сверла из отверстия и не повредить поверхность рабочего стола, заготовку, плотно прижав, устанавливаем на подкладную доску (рисунок 3).



**Рисунок 3**

Выпилим лобзиком фон, а затем контур узора, используя для этого выпилочный столик. Лобзик следует держать строго перпендикулярно плоскости заготовки, ручкой вниз. Чтобы полотно двигалось по линии рисунка, следует плавно поворачивать заготовку, оставляя лобзик работать почти в одной плоскости (рисунок 4).

Ножом-косяком снимем по контуру рисунка фаски и обработаем в черновом варианте выпуклые элементы узора (рисунок 5), учитывая при этом направление волокон древесины (в противном случае на краях узора могут получиться сколы).



**Рисунок 4**



**Рисунок 5**

С помощью отлогой стамески проработаем широкие вогнутые участки узора (рисунок 6). В процессе работы стамеской необходимо учитывать также направление волокон древесины (стамеска должна двигаться в большей степени вдоль и под некоторым углом к волокнам).



**Рисунок 6**

При помощи шлифовальной шкурки обрабатываем углубления и выпуклые фрагменты рельефа. Для обработки сложных по форме участков, шлифовальную шкурку следует свернуть в трубочку или использовать ребро перегиба. Надфилями окончательно дорабатываем прорези и наружный контур изделия (рисунок 7). Во время работы необходимо соблюдать требования безопасности по ручной обработке древесины.



**Рисунок 7**

Разработанное нами учебное пособие «Технология резьбы по древесине» включает в себя следующие структурные компоненты: информационное и методическое обеспечение.

Такой подход следует из того, что преодолеть структурную ограниченность учебно-программной документации возможно, придав ей гибкий

блочно-модульный характер. Студентам предоставляется возможность выбора дидактически автономных технологических карт, т. е. самостоятельного проектирования содержания своего обучения. Таким образом, акценты смещаются на активное самообучение студентов, а также на использование сформированных умений в будущей профессиональной деятельности.

Контроль качества усвоения учебного материала на этапе получения теоретических знаний и практических умений осуществляется с помощью разработанных тестовых заданий, реализуемых на основе компьютерной программы «Краб» (рисунок 8). Это позволило сократить до минимума аудиторную нагрузку на преподавателя и дало возможность оперативно выставлять текущие оценки по модулю изучаемого курса. Фрагменты тестовых заданий использовались также при защите студентами лабораторных работ.

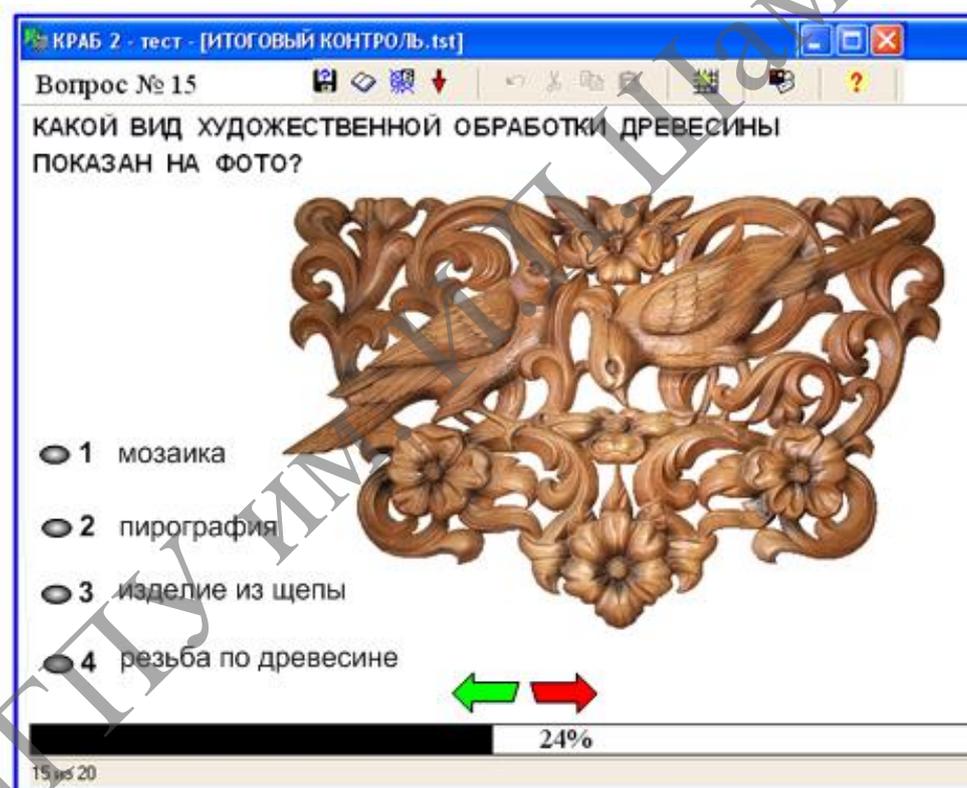


Рисунок 8. – Фрагмент тестового задания

**Выводы.** На основании проведенных исследований по влиянию практико-ориентированного учебного пособия «Технология резьбы по деревине» на качество обучения студентов можно сделать вывод о том, что при использовании такого подхода к организации изучения учебных дисциплин мотивация к обучению становится не только личностно, но и социально значимой. Студенты с самого начала включаются в совместную

учебную деятельность и находятся одновременно в позиции учащихся и обучающихся.

Дальнейшие исследования целесообразно продолжить в направлении усовершенствования научно-методического обеспечения учебных курсов.

#### **Список основных источников**

1. Лешкевич, М. Л. Технология резьбы по древесине : учеб.-метод. пособие / М. Л. Лешкевич, С. Н. Щур. – Мозырь, 2014. – 256 с.
2. Лешкевич, М. Л. Технология художественной обработки материалов (древесины) : учеб.-метод. пособие : учеб. электрон. издание / [Электронный ресурс] М. Л. Лешкевич, Э. М. Кравченя. – Минск : БНТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

**M. L. Leshkevich, G. N. Nekrasova**

#### **THROUGH-CARVED WORK: TRAINING TECHNIQUES**

***Summary.** The article is devoted to the analysis of results of the use in the educational process of practice-oriented learning tools by the example of discipline "Art processing of wood". It is shown that the introduction of practice-oriented learning tools helped to increase the level of knowledge of students, help to stimulate an everyday systematic work, provided a uniform distribution of workload of students and teachers during the semester.*

***Keywords:** practice-oriented learning tools, tests, modular training, openwork carving on wood, the technology of performance of an openwork carving, chisels for wood, hand jigsaw, technological holes.*

УДК 621.791: 378.162.36

**М. В. Мельник**

#### **ЭЛЕКТРОННЫЙ СПРАВОЧНИК СТАЛЕЙ И АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ**

*Рассмотрена методика расчета режимов ручной дуговой сварки с использованием разработанного компьютерного программного продукта WeldCalc, детально описаны возможности программы при расчете режимов сварки, приведены входные и выходные параметры, отражен комплексный расчет режима сварки по исходным данным ГОСТ 5264-80 и*

*электронный справочник содержащий информацию о наиболее известных марках сталей и сплавов, в которых отражаются различные свойства.*

**Ключевые слова:** сварка, программа расчета режимов сварки, ручная дуговая сварка, электронный справочник сталей и сплавов, аттестация сварщиков.

**Введение.** В современных условиях традиционного обучения значительная часть будущих рабочих-сварщиков имеет недостаточный уровень знаний по специальности «Сварка». Поэтому целесообразно вносить изменения не только по методике проведения занятия по учебной дисциплине «Производственное обучение» (профессиональный модуль «Сварочное дело»), но в качественном содержании преподаваемого материала в рамках специальности, для чего предложено совмещение известных методов преподавания и разработка новых современных информационных компьютерных технологий, необходимых для усиления знаний обучающихся по специальности сварка [1], [2].

Сварочная наука и техника развивается, совершенствуется, и, как следствие, появляется необходимость создания современных компьютерных технических средств обучения сварщиков, в частности тренажерно-обучающих устройств и систем. В процессе современного образования учащихся для повышения качества подготовки и уровня знаний специалистов по рабочей профессии сварщик широкое применение получили технические средства обучения (электронные учебные пособия, тренажеры (имитаторы), тестовые программы проверки уровня знаний).

Существуют следующие виды технических средств обучения позволяющие усовершенствовать процесс подготовки специалистов по сварке: информационные, программированного обучения, контроля знаний, тренажеры и комбинированные.

Наиболее перспективными и действенными методами совершенствования процесса подготовки сварщиков и специалистов по сварке являются методы, базирующиеся на использовании современных информационных компьютерных технологий, причем важно не только моделировать перемещение электрода в трехмерном пространстве, проводить виртуальный процесс сварки (применение сварочных тренажеров), но и получать результаты действий сварщика (оценку качества сварного соединения), уточненные параметры режимов сварки.

Одним из путей в решении данной проблемы является разработка современной компьютерной программы, позволяющей в любой момент при необходимости воспользоваться ею для получения необходимой информации по ручной дуговой сварке или решения поставленных задач перед рабочим-сварщиком.

В связи с этим на кафедре «Профессионального обучения» физико-инженерного факультета УО «Мозырского государственного педагогиче-

ческого университета имени И. П. Шамякина» была поставлена задача создать электронный справочник с наиболее известными марками сталей и сплавов, свариваемые ручной дуговой сваркой, разработать современную компьютерную программу для расчета режимов ручной дуговой сварки и программу контроля знаний.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Как известно, внедрение автоматизированных систем управления требует больших затрат, которые окупаются при благоприятных обстоятельствах (амортизируются) за 3–4 года.

Расчет режимов сварки является ежедневной деятельностью специалиста инженерного отдела. Но не всегда посчитанные режимы сварки, отраженные в технологической карте, выполняются рабочими-сварщиками на производстве. Это связано с тем, что иногда в организации или на предприятии не имеется необходимого сварочного оборудования и свариваемых материалов заданных параметров в соответствии с картой технологического процесса. В свою очередь это может привести к некачественному сварному шву (присутствует наличие дефектов в нем), выполненному не по заданным параметрам технологической карты, а сварщик подбирал режимы сварки интуитивно в соответствии с опытом работы. Данной проблемы можно было бы избежать, если бы перед процессом сварки сварщиком пересчитывались бы режимы сварки для имеющихся в наличии на предприятии диаметров электродов и толщин свариваемого образца.

Поэтому для минимизации забракованных образцов сваренных соединений целесообразно разработать автоматизированную программу расчета режимов сварки. Для создания автоматизированной программы расчета был использован язык программирования Delphi и среда разработки Delphi XE5 [3, 4]. Причинами такого выбора являются следующие особенности:

- среда предназначена для быстрой разработки прикладного программного обеспечения для операционных систем Windows, iOS, а также Android;

- уникальность этой программы в совокупности простоты языка и генерации машинного кода, что позволяет достаточно низкоуровнево взаимодействовать с операционной системой;

- легкость взаимодействия с популярными базами данных.

Для ввода исходных данных использовалась реляционная система управления базами данных (СУБД) Microsoft Access [5; 6], которая имеет ряд следующих особенностей:

- 1) Microsoft Access является частью пакета Microsoft Office, входит в комплект его поставки, на сегодняшний день является одним из наиболее популярных офисных программ в мире;

- 2) позволяет хранить и обрабатывать данные;

- 3) возможно, легко подготавливать отчеты и контролировать правильность данных на стадии их ввода;

4) позволяет создавать формы для более удобной работы с данными (интерфейс);

5) можно работать с базой данных нескольким пользователям одновременно (очень удобно, когда данные хранятся в одном месте и актуальны: при внесении новых данных изменения доступны всем пользователям базы).

При построении автоматизированной программы используется модульный принцип, что позволяет добавлять и расширять имеющуюся информацию, а также вносить изменения в спектр решаемых с его помощью задач. Таким образом, программа состоит из модулей, каждый из которых решает определенную задачу. Структура программы представлена на рисунке 1.

Минимальные системные требования к программе представлены в таблице.

Работа программы требует выбора вида решаемой задачи, активизации соответствующего диалогового окна с помощью меню и вызова необходимой команды для решения соответствующей задачи. Основой корректной работы автоматизированной программы расчета режимов сварки является актуализация базы данных, которую необходимо контролировать, обновлять и корректировать по мере дополнения ГОСТ сведений, характеристик сварочных материалов и др.

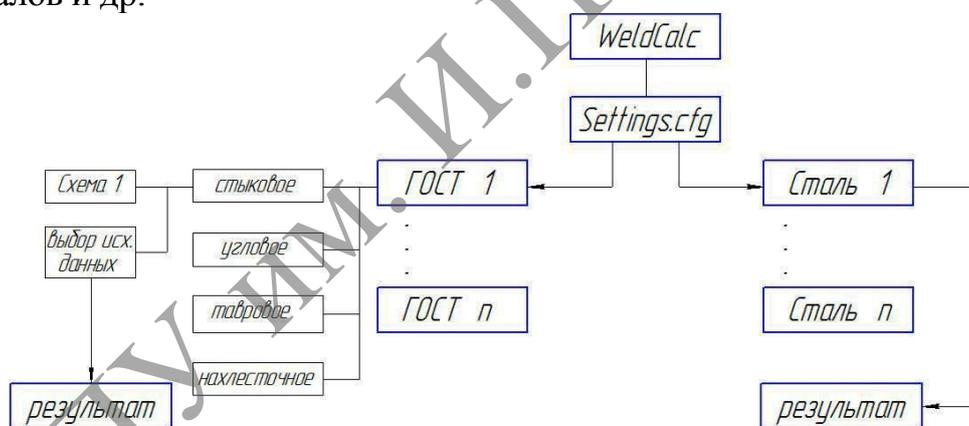


Рисунок 1. – Структура программного обеспечения

Таблица – Минимальные системные требования программы WeldCalc

Операционная система	Microsoft Windows XP SP3
Процессор	1 ГГц
Оперативная память	512 МБ
Монитор и видеокарта	с поддержкой разрешения 1280x920
Дополнительное ПО	MS Office 2010 и Microsoft Internet Explorer 7

Рассмотрим процесс расчета режимов ручной дуговой сварки с применением автоматизированного компьютерного модуля. Исходная информация для создания (формирования) расчетной задачи может быть

получена в процессе заполнения соответствующего модуля и вызова необходимой команды для решения поставленной задачи.

Для решения задачи расчета режимов ручной дуговой сварки и электронного справочника марок сталей и сплавов используется входная форма исходных данных (рисунок 2).

Рисунок 2. – Входная форма исходных данных

Входная форма состоит из двух блоков данных: сталь и исходные данные. В первом блоке «Сталь» выбираются марки сталей и сплавов из предложенного списка (рисунок 3).

Рисунок 3. – Входная форма исходных данных выбора марки сталей

Ниже расположен блок данных для выбора свойств стали из предложенного списка (рисунок 4), внизу главного диалогового окна отображаются выбранные свойства стали. Далее можно перейти ко второму блоку «Исходные данные» для расчета режимов сварки.

Верхняя строка второго блока заполняется автоматически при вызове формы и в ней отражается ГОСТ 5264-80 ручной дуговой сварки. Ниже, расположен блок данных для выбора типа сварного соединения (стыковой, угловой, тавровый, нахлесточный), который выбирается из

перечня, например – стыкового, представленного на рисунке 5. Выбор сразу двух вариантов невозможен.

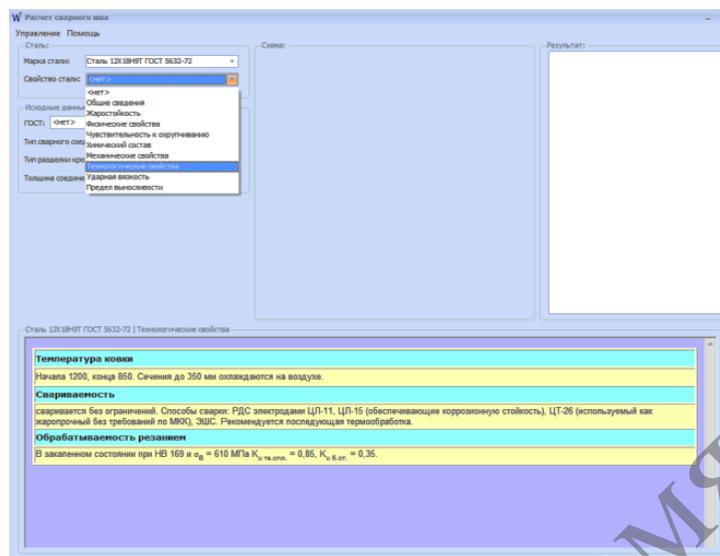


Рисунок 4. – Технологические свойства стали 12X18H9T ГОСТ 5632-72

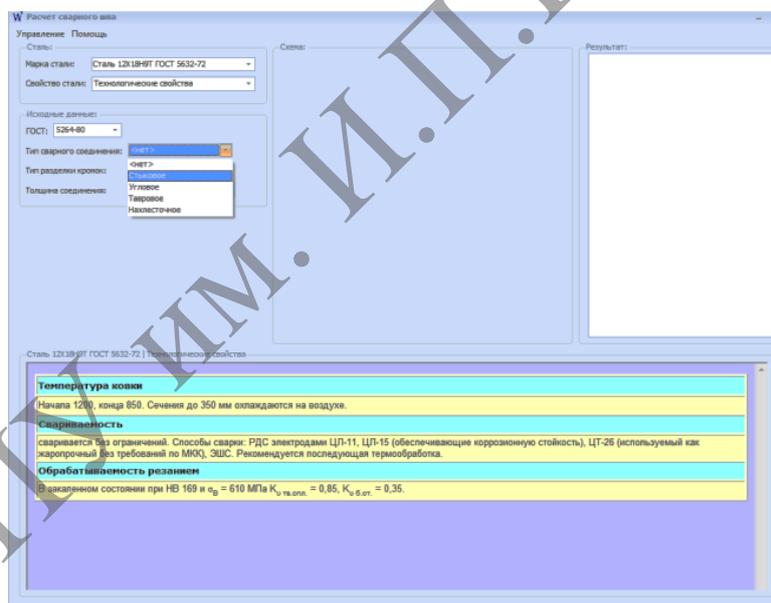


Рисунок 5. – Входная форма исходных данных для стыкового сварного соединения

Далее следует блок данных о типе разделки кромок выбранного сварного соединения (рисунок 6) согласно ГОСТ 5264-80, выбираем например С2.

Как только это поле будет заполнено, согласно ГОСТ выводится схема сварного соединения с указанием размеров и разделки кромок. Если щелкнуть на картинку с изображением сварочного образца, появляется окно «Просмотр изображения» с увеличенным изображением (рисунок 7).

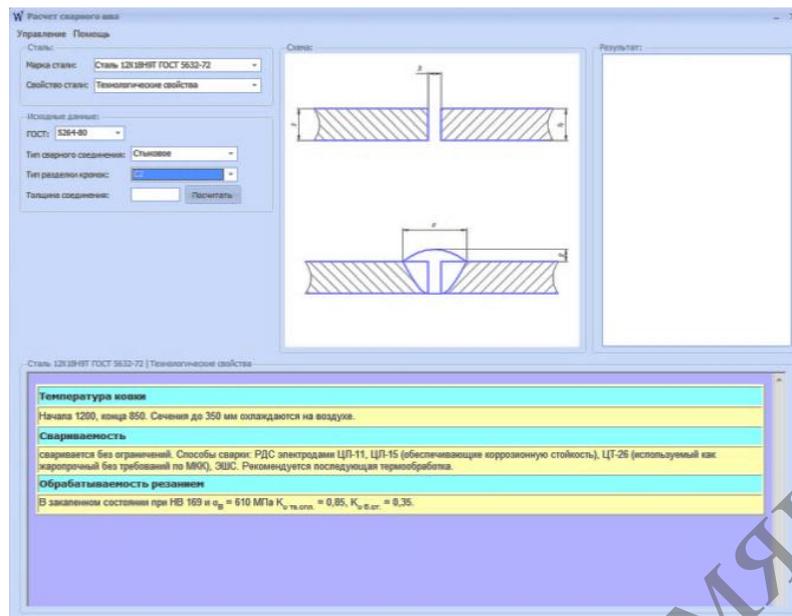


Рисунок 6. – Входная форма исходных данных для стыкового сварного соединения с типом разделки кромок С2

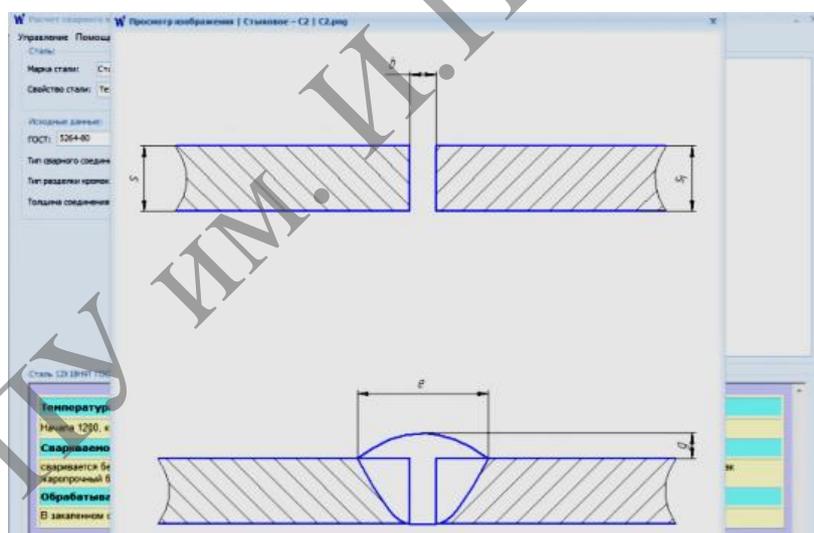
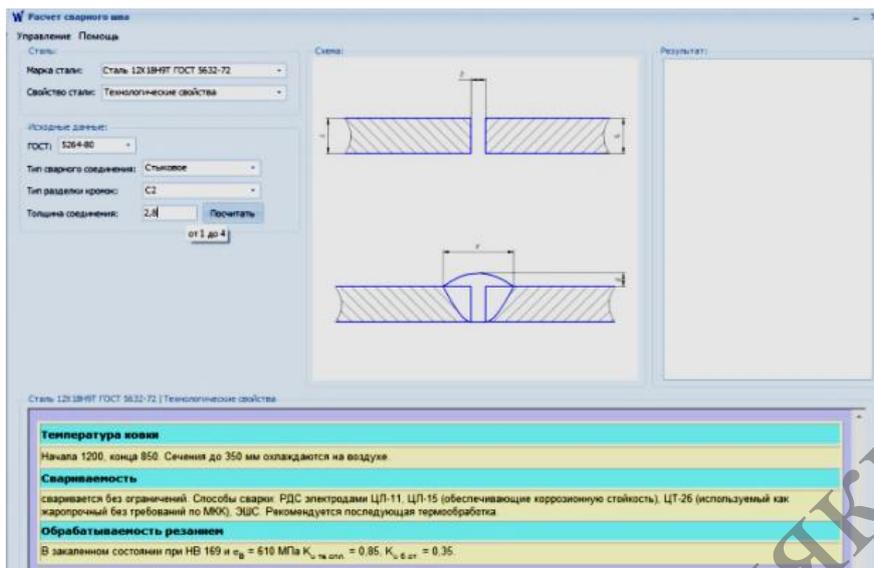


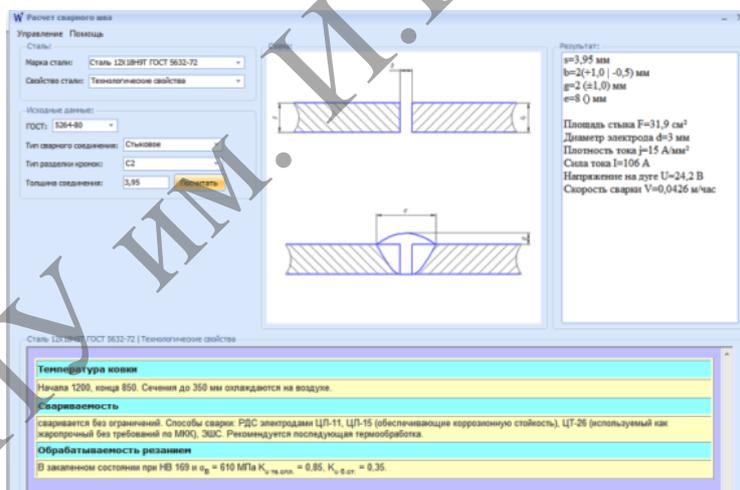
Рисунок 7. – Окно «Просмотр изображения» стыкового сварного соединения с типом разделки кромок С2

После выбора типа разделки кромок, переходим к заполнению следующего блока данных «Толщина соединения» и из предложенных значений выбираем (например 2,8 мм), возможно задать любое значение из диапазона с точностью до 0,01 мм, а затем нажать кнопку «Посчитать», производится ли расчет режимов сварки. Результат выводится в блоке «Результат» (рисунок 8).



**Рисунок 8. – Расчет режимов сварки стыкового сварного соединения с типом разделки кромок C2, толщиной сварного соединения 2,8 мм**

При изменении толщины соединения (например 3,95 мм) и нажатии на кнопку «Посчитать», изменяются исходные данные и полученный результат (рисунок 9).



**Рисунок 9. – Расчет режимов сварки стыкового сварного соединения с типом разделки кромок C2, толщиной сварного соединения 3,95 мм**

Если же задается толщина сварного соединения, которая не входит в диапазон значений выбранного типа разделки кромок согласно ГОСТ 5264-80, программа выдает сообщение с предупреждением. Пример сообщения с предупреждением представлен на рисунке 10.

Аналогично производится расчет угловых швов (рисунок 11), тавровых (рисунок 12) и нахлесточных (рисунок 13).

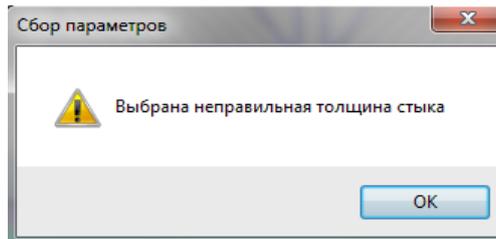


Рисунок 10. – Сообщение с предупреждением «Выбрана неправильная толщина стыка»

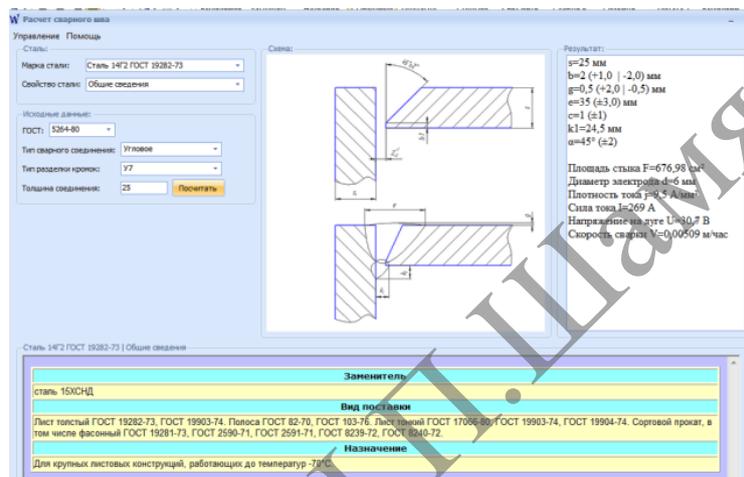


Рисунок 11. – Расчет режимов сварки углового сварного соединения с типом разделки кромок У7, толщиной сварного соединения 25 мм и выбором стали 14Г2 ГОСТ 19282-73 со свойствами стали «Общие сведения»

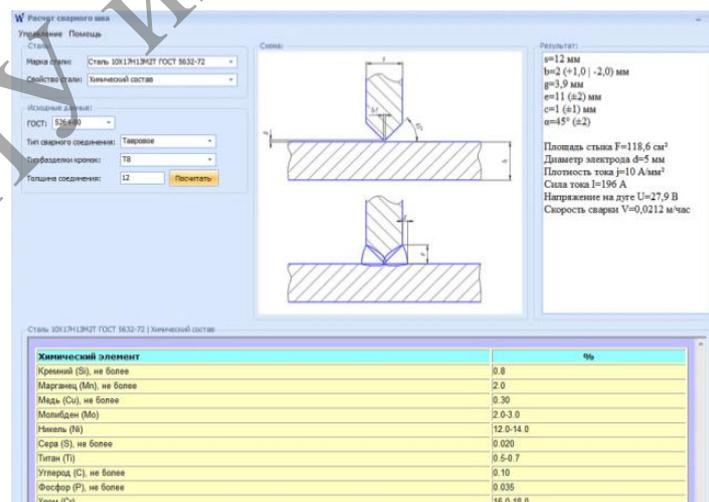
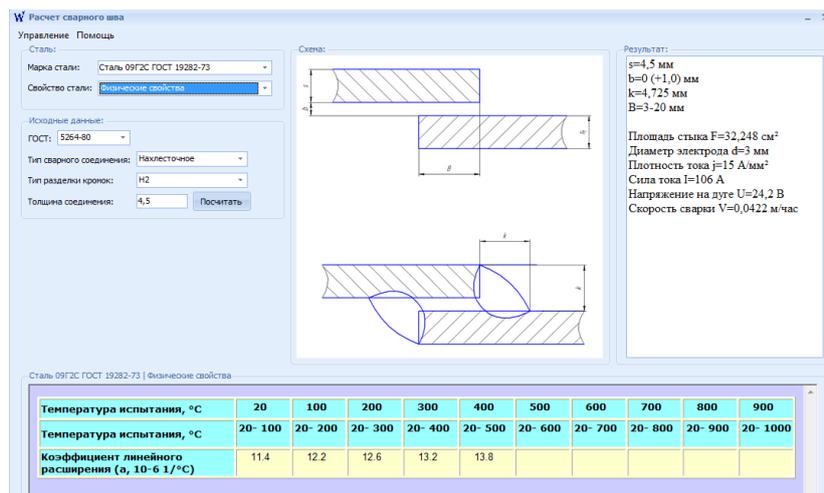


Рисунок 12. – Расчет режимов сварки таврового сварного соединения с типом разделки кромок Т8, толщиной сварного соединения 12 мм и выбором стали Сталь 10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632-72 со свойствами стали «Химический состав»



**Рисунок 13. – Расчет режимов сварки нахлесточного сварного соединения с типом разделки кромок Н2, толщиной сварного соединения 4,5 мм и выбором стали Сталь 09Г2С ГОСТ 19282-73 со свойствами стали «Физические свойства»**

## Выводы

1. Разработанная программа WeldCalc может быть использована на предприятии как электронное пособие при уточнении режимов ручной дуговой сварки, что позволит сократить затраты на изготовление изделия с применением процесса сварки. Кроме того, данный продукт можно использовать при аттестации и переаттестации, рабочих-сварщиков, инженеров по сварке, так как он включает в себя модуль контроля знаний. Программа WeldCalc может быть использована не только на предприятиях, но и в сфере образования при подготовке специалистов по сварке.

2. Разработанная программа прошла опытно-промышленные испытания в организации ОАО «Нефтезаводмонтаж» г. Новополоцк. Применение разработанной программы WeldCalc, позволяет сократить временные и материальные затраты при практической подготовке сварщиков; минимизировать выполнения не качественных сваренных соединений с учетом уточненных значений режимов сварки, а программа контроля знаний учащихся, раскрывающая уровень знаний по профессии «Электросварщик ручной сварки».

Данный продукт внедрен и используется в УО «Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина» при подготовке педагогов-инженеров по направлениям специальности «Профессиональное обучение (агроинженерия)» и «Профессиональное обучение (строительство)» дневной и заочной форм обучения при изучении учебной дисциплины «Производственное обучение» (профессиональный модуль «Сварочное дело»). В результате экономический эффект, обусловленный снижением затрат на электроэнергию, электродные и вспомогательные материалы, составит около 350 BYN на одного обучаемого в УО «МГПУ», что составляет 25,93 % по отношению к традиционным способам обучения.

3. Данная компьютерная программа имеет акт внедрения и используется при подготовке учащихся по специальностям: «Технологическое обеспечение сельскохозяйственных работ», «Технология сварочных работ», «Эксплуатация и ремонт автомобилей» в процессе производственного обучения по дисциплине «Сварочное дело» в учреждении образования «Калинковичский государственный профессиональный аграрно-технический лицей», экономический эффект от внедрения программного продукта WeldCalc составил 13251 BYN на одного обучаемого. В учреждении образования «Мозырский государственный профессиональный лицей геологии» при подготовке учащихся по специальности «Электрогазосварщик» используется в процессе производственного обучения по дисциплине «Сварочное дело», экономический эффект от внедрения программного продукта WeldCalc составил 23904 BYN на одного обучаемого.

#### **Список основных источников**

1. Мельник, М. В. Анализ системы подготовки будущих педагогов-инженеров по специальности «мастер производственного обучения рабочих для сварочного производства» / М. В. Мельник, В. М. Ямпольский // Заготовительные производства в машиностроении. – 2014. – № 5. – С. 39–41.

2. Мельник, М. В. Пути и средства совершенствования процесса подготовки учащихся на уроках производственного обучения: сварочное дело / М. В. Мельник // Теория и практика инновационной подготовки инженеров-педагогов в современных условиях : сб. науч. тр. / УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: В. А. Васюта (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь, 2014. – С. 150–154.

3. Фаронов, В. В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня / В. В. Фаронов. – СПб. : Лидер, 2010. – 640 с.

4. Осипов, Д. Л. Базы данных и Delphi. Теория и практика / Д. Л. Осипов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 752 с.

5. Черноусова, А. М. Создание и использование баз данных / А. М. Черноусова. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. – 244 с.

6. Кудрявцев, К. А. Создание баз данных / К. А. Кудрявцев. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 155 с.

**Maria Melnik**

### **ELECTRONIC REFERENCE STEELS AND THE AUTOMATION OF THE CALCULATION OF MODE MANUAL ARC WELDING**

*Summary. The technique of calculation of modes of manual arc welding using a developed computer program product WeldCalc detailed features of the*

*program in the calculation of welding modes, given the input and output parameters, reflect comprehensive calculation of welding parameters on the original data GOST 5264-80 and electronic directory contains information about most famous brands of steels and alloys which reflect different properties.*

**Keywords:** welding, calculation of welding modes, manual arc welding, the electronic Handbook of steels and alloys, certification of welders.

УДК 666.763.42

Г. Н. Некрасова, М. И. Кузьменков, М. Л. Лешкевич, М. М. Драбович

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛОМИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГРАЛЕВО»**

*В статье приведено физико-химическое исследование доломита месторождения «Гралево» Витебской области. Изучено влияние температуры термообработки доломита на устойчивость клинкера к гидратации. Рассмотрены перспективы его использования с целью получения современных огнеупорных материалов.*

**Ключевые слова:** огнеупорные материалы, доломит, химический состав, физико-химические показатели, минералогический состав.

Республика Беларусь, где производство огнеупорных материалов отсутствует, располагает большими запасами доломитов, пригодных в качестве сырья для производства доломитовых огнеупоров. Высокая огнеупорность обожженного доломита и хорошая устойчивость к высокой температуре и агрессивным расплавам обуславливают широкое применение доломитовых огнеупоров во многих промышленно-развитых странах для футеровок различных тепловых аппаратов металлургической и строительной промышленности. Поэтому перспективным представляется разработка современных видов огнеупорных материалов на основе местного доломитового сырья.

Главным объектом исследования являлся доломит месторождения «Гралево» Витебской области. Разведанные запасы месторождения на 1999 г составляли более 900 000 тыс. тонн.

Доломит является осадочной карбонатной горной породой, сложной минералом доломитом, и представляет собой двойную углекислую соль кальция и магния. Кристаллохимическая формула –  $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$ .

Доломиты месторождения «Гралево» по данным инженерно-геологических изысканий представляют собой не монолитные массивные

горные породы, сложенные из отдельных пластов мощностью от 0,05 м до 0,4 м. Пласты имеют поры, пустоты и трещины. Все это обуславливает большую разрыхляемость породы. Доломиты в основном серого и желтовато-серого цвета, сильно трещиноватые и кавернозные, частично кремнистые. Размер каверн изменяется от нескольких десятых мм до 4–5 мм. Выполнены они, как правило, доломитовой мукой, реже кристаллами и друзами кальцита. Доломиты перекристаллизованы и чаще всего имеют тонко- и мелкозернистую структуры, иногда среднезернистую структуру. Порода на 96–99 % состоит из кристаллов доломита ромбоэдрической, реже неправильно ромбоэдрической формы. Размер зерен колеблется от 0,01 до 0,5 мм и чаще всего составляет 0,03–0,1 мм. Контур зерен четкий, прямолинейный. Кристаллы обычно загрязнены мельчайшими перлитовыми включениями, которые чаще всего скапливаются в центре зерна. Вокруг отдельных зерен наблюдаются тонкие рамочки новообразований доломита. Пространство между кристаллами занято глиняным веществом зеленовато-бурого цвета. Иногда между зернами доломита наблюдаются мелкие (до 0,5 мм) сферолитоподобные выделения халцедона. Редки включения алевритовых зерен кварца и полевого шпата, нитеобразные включения битуминизированного и углистого органического вещества. Наблюдаются единичные зерна пирита, гидроксидов железа, фосфата, циркона, ильменита, слюды.

По содержанию CaO и MgO все пробы месторождения относятся к довольно чистым и однородным доломитам с небольшими примесями, главным образом SiO<sub>2</sub>.

Основной модуль доломита, выражаемый отношением количества (масс. %) CaO к сумме оксидов SiO<sub>2</sub> и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, составляет 14,1. Массовое соотношение CaO : MgO  $\cong$  1,5.

Химический состав доломитов месторождения «Гралево» представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Химический состав доломитов

<i>Оксиды (соли)</i>	<i>Количество, масс. %</i>	<i>Наиболее характерные значения, %</i>	<i>Среднее значение</i>
CaO	23,84–34,54	29–31	30,02
MgO	15,75–22,36	20–21	20,5
SiO <sub>2</sub>	0,39–13,37	1–2	1,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10–1,79	0,2–0,5	0,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11–1,27	0,2–0,5	0,35
TiO <sub>2</sub>	0,01–0,05	0,0–0,05	0,05
K <sub>2</sub> O	0,02–0,64	0,05–0,2	0,13
Na <sub>2</sub> O	0,03–0,24	0,03–0,10	0,05
SO <sub>3</sub>	0–1,02	0–0,62	0,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0–0,17	0–0,03	0,03

Продолжение таблицы 1

MnO	0–0,11	0–0,05	0,02
п.п.п.	43–48	45–47	46,39
CaCO <sub>3</sub>	47–58	50–52	51
MgCO <sub>3</sub>	33–47	43–45	42
CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub>	95–99,8	93–96	95

Как показывает химический анализ доломитов месторождения «Гралево», содержание основного компонента в нем составляет 93–96 %; MgO – 20,5 %.

Согласно классификации доломитов по химическому и минеральному составам, используемой при геологоразведочных работах и оценке сырья [1], пробы относятся к 1-й группе по степени магнезиальности, отличаются низким содержанием полуторных окислов, поэтому доломит месторождения «Гралево» является перспективным сырьем для использования в производстве огнеупорных материалов.

В данной работе для предварительного исследования была отобрана наиболее типичная проба доломита, по физико-химическим показателям соответствующая требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2. – Физико-химические показатели доломита

Наименование показателей	Единица измерения	Норма
Химический состав, масс. %:		
MgO	%	не менее 19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		не более 5
Плотность	г/см <sup>3</sup>	2,8
Объемная масса	г/см <sup>3</sup>	2,32–2,52
Водопоглощение	%	2,0–3,0
Пористость	%	5–7
Предел прочности при сжатии (щебень)	МПа	40–80
Морозостойкость (щебень)	цикл	25–50
Цвет		серый

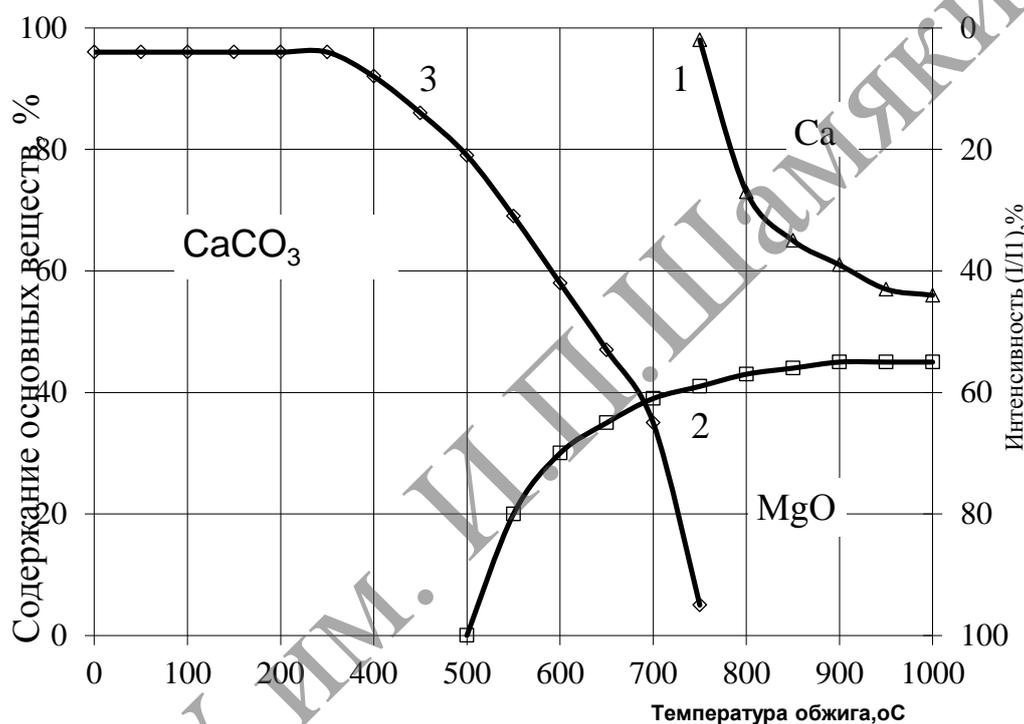
Данные рентгенофазового анализа доломита показали, что основу исходного сырья составляет доломит и кальцит. На дифрактограмме, кроме рефлексов, соответствующих карбонатным минералам, присутствует рефлекс, характерный для α-кварца.

Термогравиметрическим анализом пробы доломита установлено два эндотермических эффекта, характерных для доломитовых пород. Первый эндотермический эффект отмечается при температуре 770–850 °С, обусловлен разложением доломита на MgCO<sub>3</sub> и CaCO<sub>3</sub>, причем MgCO<sub>3</sub> в момент своего образования диссоциирует на MgO и CO<sub>2</sub>, что подтверждается эндотермическим минимумом при 810 °С. Второй эндотермический эффект

при температуре 860–960 °С с минимумом при 940 °С характеризует термическую диссоциацию карбоната кальция.

Как известно, главным недостатком обожженного доломита как сырья для изготовления огнеупорных изделий является склонность к рассыпанию вследствие гидратации присутствующего в нем свободного СаО. В данной работе проведены систематические исследования по изучению влияния температуры термообработки доломита на устойчивость клинкера к гидратации.

Обжиг доломита проводили при температурах 900–1600 °С. Изменение интенсивности фаз при термической обработке порошка доломита представлены на рисунке 1.



1 – СаО, 2 – MgO, 3 – СаСО<sub>3</sub>·MgCO<sub>3</sub>

Рисунок 1. – Изменение интенсивности фаз при термической обработке порошка доломита

Результаты изучения минералогического состава доломита приведены в таблице 3. При расчете минералогического состава принималось, что сначала образуется СаО·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а затем – 2СаО·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 2СаО·SiO<sub>2</sub>.

Таблица 3. – Минералогический состав обожженных доломитов

Оксиды, минералы	мас. %	
	900°С	1000°С
СаСО <sub>3</sub>	10,92	1,36
СаО	41,37	48,97
MgO	36,35	37,95

Продолжение таблицы 3

CaO·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64	0,67
2CaO·Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,55	2,67
2CaO·SiO <sub>2</sub>	7,86	8,23
Сумма	100,0	100,0

Анализ данных таблицы 3 позволяет утверждать, что полученные продукты обжига содержат некоторое количество гидравлических минералов в виде силикатов и алюминатов, поэтому свойства доломитового клинкера будут зависеть от способности этих минералов к гидратации. Для предотвращения этого явления ряд авторов предлагают обжигать доломит при высоких температурах [2], [3].

Проведенные нами исследования показывают, что, действительно, с повышением температуры обжига доломита 1000–1500 °С, содержание в нем суммы (CaO + MgO), активных по отношению к воде, падает, а плотность клинкера повышается [4]. Однако, даже после прокаливания доломита при 1600 °С его взаимодействие с водой приводит к разрушению образцов огнеупорного материала. Исследование устойчивости обожженного доломита к гидратации осуществлялось при длительном хранении при комнатной температуре (таблица 4).

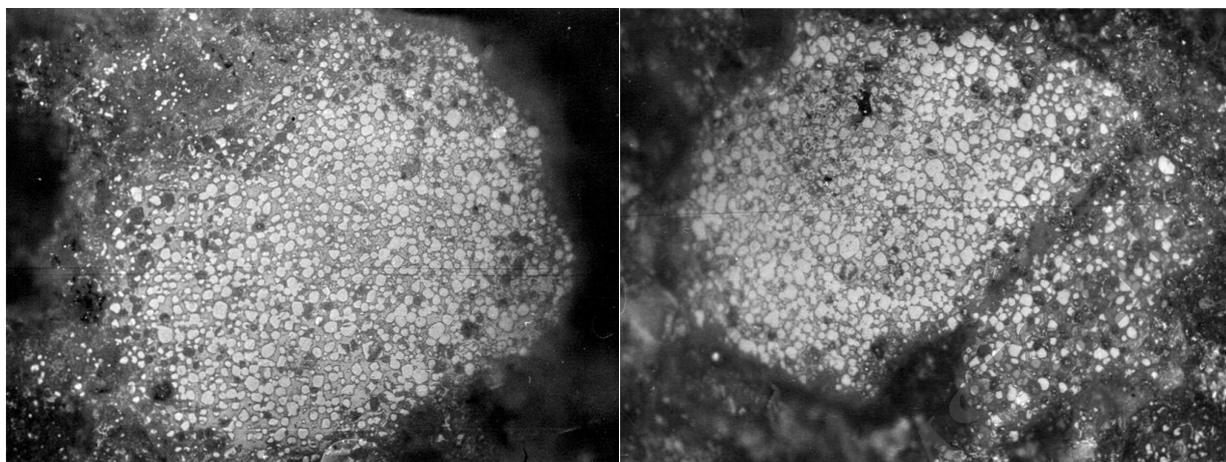
Таблица 4. – Устойчивость обожженного доломита к гидратации

Температура обжига	Начало разрушения		Полное разрушение	
	сутки	увеличение массы, %	сутки	увеличение массы, %
1450	2	1,8	6	10,0
1500	2	0,6	16	6,4
1550	2	0,2	19	6,5
1600	5	2,5	21	3,5

Как показывают данные таблицы 4, устойчивость обожженного доломита к гидратации с увеличением температуры обжига увеличивается незначительно, что обусловлено замедленной гидратацией присутствующего в термообработанном доломите активного оксида кальция. Качественный фазовый анализ и исследование устойчивости обожженного доломита к гидратации позволяют предположить, что изделия, изготовленные на его основе, также будут склонны к гидратации при хранении в воздушных условиях.

Для подтверждения полученных экспериментальных данных были исследованы минеральный состав и структура доломитовых образцов на полированных шлифах в отраженном свете. Для этого обожженный доломит (1450 °С и 1600 °С) измельчали в шаровой мельнице до размера зерен менее 0,5 мм, увлажняли раствором полифосфата натрия плотностью 1,40 г/см<sup>3</sup>, вводимого в количестве 6 % по сухой массе, а затем из смеси

под давлением 50 МПа прессовали брикеты диаметром 20 мм и высотой 30 мм. Брикеты обжигали при температуре 1100 °С и выдержке 0,5 часа. Микроструктура брикетов приведена на рисунке 2.



**а** **б**  
а) обожженный при 1450°С и б) обожженный при 1600°С:  
светлые зерна – известь; темные – периклаз, увеличение 300  
Рисунок 2. – Микроструктура брикета из средней пробы доломита

В целом, брикеты из доломита, обожженного при 1450 °С и 1600 °С характеризуются спеченным сростком зерен периклаза размером 0,02–0,025 мм и извести. Мелкие изометрические зерна периклаза равномерно распределены между зернами извести. По минералогическим и структурным особенностям оба образца практически аналогичны. Исследованные образцы при дальнейшем хранении в течении 30 дней в воздушных условиях покрывались трещинами.

**Выводы.** Таким образом, приведенные данные подтверждают ранее сделанные выводы о наличии в доломите активного СаО, обуславливающего гидравлическую активность обожженного доломита, а следовательно незначительные сроки хранения готового изделия.

На основании вышеизложенного можно заключить, что получение доломитового огнеупорного материала по этому направлению неприемлемо, во-первых: из-за гидратации обожженного материала; во-вторых, из-за недостаточного количества топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь, поэтому наиболее целесообразным является метод химического связывания в процессе одностадийного обжига свободного СаО кремнеземсодержащими компонентами в тугоплавкие соединения.

#### **Список основных источников**

1. Виноградов, С. Г. Оценка месторождений при поисках и разведках / С. Г. Виноградов. – М. : Геолтехиздат, 1961. – Вып. 17 : Доломиты. – 173 с.

2. Непша, А. В. Конвертерные смолодоломитовые огнеупоры / А. В. Непша. – М. : Metallurgia, 1967. – 124 с.

3. Брон, В. А. Технологические испытания доломита Лисьегорского месторождения / В. А. Брон, С. Г. Харитонов // Огнеупоры. – 1976. – № 8. – С. 34–37.

4. Некрасова, Г. Н. Влияние вида кремнеземсодержащего компонента на скорость связывания свободного оксида кальция в доломитовом клинкере / Г. Н. Некрасова, С. Н. Щур // Актуальные проблемы природонаучных, технических и гуманитарных наук : сб. науч. работ аспиранта / под ред. В. В. Валетава. – Мазыр : МазДШ імя Н. К. Крупскай, 1998. – С. 51–53.

**Galina Nekrasova, Mikhail Kuzmenkov, Michael Leshkevich,  
Maksim Drabovich**

### **PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCH OF DOLOMITE IN GRALEVO FIELD**

*Summary.* The physical and chemical research of dolomite in Gralevo field in Vitebsk region is given in article. Influence of temperature of heat treatment of dolomite on resistance of clinker to hydration is studied. The prospects of his use for the purpose of receiving modern fire-resistant materials are considered.

**Keywords:** fire-resistant materials, dolomite, chemical composition, physical and chemical indicators, mineralogical structure.

УДК 539.12

**Е. М. Овсюк, А. Д. Коральков, А. В. Ивашкевич, Е. А. Бабак**

### **АНАЛИЗ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ЧАСТИЦЫ СО СПИНОМ 1 В КУЛОНОВСКОМ ПОЛЕ**

*Релятивистская частица со спином 1 исследуется во внешнем кулоновском поле. Есть три независимых подкласса состояний. Один класс легко исследуется и дает известный спектр энергий. Две другие серии состояний описываются системой связанных уравнений для 6 функций. В каждом таком случае есть основная функция и цепочка соотношений, позволяющая выразить остальные 5 функций через основную. В работе проведен асимптотический анализ одного из радиальных уравнений, описывающих класс связанных состояний для частицы со спином 1 в кулоновском поле.*

**Ключевые слова:** частица со спином 1, кулоновское поле, особые точки дифференциального уравнения, независимые решения.

**Введение.** До настоящего времени нерешенной является задача об описании квантово-механической частицы со спином 1 во внешнем кулоновском поле. Задача была поставлена впервые И. Е. Таммом [1]. В недавней работе [2] был заново исследован вопрос о разных способах выделения независимых решений в радиальных уравнениях для частицы со спином 1 в поле Кулона.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Анализ радиального уравнения. Ниже исследуется одно из полученных в [2] уравнений, оно описывает класс состояний для частицы со спином 1 в кулоновском поле:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 H}{dr^2} + \left[ \frac{2}{r} + \frac{2M^2 r}{M^2 r^2 + 2\nu^2} + \frac{(2M^2 - 2\varepsilon^2)r - 2\alpha\varepsilon}{(-M^2 + \varepsilon^2)r^2 + 2\alpha\varepsilon r - 2\nu^2 + \alpha^2} \right] \frac{dH}{dr} + \\ + \left[ -M^2 + \varepsilon^2 + \frac{2\alpha\varepsilon}{(\alpha^2 - 2\nu^2)r} + \frac{2M^2}{M^2 r^2 + 2\nu^2} + \frac{\alpha^2 - 2\nu^2}{r^2} + \right. \\ \left. + \frac{2M^2\alpha\varepsilon r - 2\alpha\varepsilon^3 r - 2M^2\alpha^2 + 4M^2\nu^2 - 2\alpha^2\varepsilon^2 - 4\varepsilon^2\nu^2}{(M^2 r^2 - \varepsilon^2 r^2 - 2\alpha\varepsilon r - \alpha^2 + 2\nu^2)(\alpha^2 - 2\nu^2)} \right] H = 0, \quad (1) \end{aligned}$$

где использованы обозначения ( $\varepsilon$  и  $M$  имеют размерность обратной длины):

$$\varepsilon = \frac{E}{c\hbar}, \quad m = \frac{Mc}{\hbar}, \quad \alpha = e^2 / (c\hbar) = \frac{1}{137}, \quad 2\nu^2 = j(j+1), \quad j=1,2,3,\dots \quad (2)$$

С использованием специальных обозначений:

$$\begin{aligned} \gamma = \frac{\alpha\varepsilon}{M^2 - \varepsilon^2} > 0, \quad \Gamma^2 = \frac{2\nu^2 - \alpha^2}{M^2 - \varepsilon^2} > 0, \\ R = \sqrt{2\nu^2 / M^2}, \quad r_{1,2} = \gamma \pm i\sqrt{\Gamma^2 - \gamma^2} \end{aligned} \quad (3)$$

уравнение можно представить в более коротком виде

$$\begin{aligned} H_1 + \left( \frac{2}{r} + \frac{2r}{(r-iR)(r+iR)} - \frac{2(r-\gamma)}{(r-r_1)(r-r_2)} \right) H_1' + \\ \left[ -(M^2 - \varepsilon^2) + \frac{2\gamma}{r} (M^2 - \varepsilon^2 + \frac{1}{\Gamma^2}) - \frac{2\nu^2 - \alpha^2}{r^2} + \right. \\ \left. + \frac{2}{(r-iR)(r+iR)} - \frac{1}{\Gamma^2} \frac{2\gamma r + 2\Gamma^2 - 4\gamma^2}{(r-r_1)(r-r_2)} \right] H_1 = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Найдем поведение решений около двух физических особых точек. Пусть  $r \rightarrow 0$ :

$$\frac{d^2}{dr^2} H_1 + \frac{2}{r} \frac{dH_1}{dr} - \frac{2\nu^2 - \alpha^2}{r^2} H_1 = 0 \quad H_1 = r^A, \quad A^2 + A = 2\nu^2 - \alpha^2,$$

$$A = -\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + (2\nu^2 - \alpha^2)} = -\frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4} + (j(j+1) - \alpha^2)},$$

связанным состояниям отвечают решения, стремящиеся к нулю в начале координат, т. е. следует использовать решения со следующим поведением:

$$r \rightarrow 0, \quad H_1 = r^A, \quad A = -\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + (j(j+1) - \alpha^2)}. \quad (5)$$

Пусть  $r \rightarrow \infty$ , уравнение упрощается, асимптотика решений имеет вид:

$$H'' + \frac{2}{r} H' - (M^2 - \varepsilon^2) H = 0, \quad H = e^{\pm \sqrt{M^2 - \varepsilon^2} r}; \quad (6)$$

чтобы обеспечить затухание решений на бесконечности, нужно использовать нижний знак.

Чтобы установить математический характер особенности на бесконечности (это позволит описать поведение на бесконечности более точно), вводим обратную переменную  $z = \frac{1}{r}$ , уравнение примет вид:

$$\begin{aligned} \frac{d^2}{dz^2} H_1 + \frac{2}{z} \frac{d}{dz} H_1 + \left( 2 + \frac{2}{(1-iRz)(1+iRz)} - \frac{2(1-\gamma z)}{(1-r_1z)(1-r_2z)} \right) \frac{1}{z} \frac{d}{dz} H_1 + \\ \left[ -\frac{(M^2 - \varepsilon^2)}{z^4} + \frac{2\gamma}{z^3} (M^2 - \varepsilon^2 + \frac{1}{\Gamma^2}) - \frac{(2\nu^2 - \alpha^2)}{z^2} + \right. \\ \left. + \frac{2}{(1-iRz)(1+iRz)} \frac{1}{z^2} - \frac{1}{\Gamma^2} \frac{2\gamma + (2\Gamma^2 - 4\gamma^2)z}{(1-r_1z)(1-r_2z)} \frac{1}{z^3} \right] H_1 = 0. \quad (7) \end{aligned}$$

Около точки  $z = 0$  уравнение упрощается до следующего

$$\frac{d^2}{dz^2} H_1 + \frac{4}{z} \frac{d}{dz} H_1 - \frac{(M^2 - \varepsilon^2)}{z^4} H_1 = 0; \quad (8)$$

т. е. точка  $z = 0$  ( $r = \infty$ ) является нерегулярной особенностью ранга 2.

Таким образом, имеем уравнение второго порядка с 5 регулярными сингулярными точками и одной нерегулярной; отмечаем, что особые точки  $-iR, +iR, r_1, r_2$  лежат вне физической области изменения переменной  $r \in (0, +\infty)$ .

Чтобы найти поведение решений около точки  $z = 0$ , можно пользоваться упрощенной формой уравнения (7) – сохраняем сингулярности вида  $z^{-3}, z^{-4}$ :

$$\left[ \frac{d^2}{dz^2} + \frac{4}{z} \frac{d}{dz} - \frac{(M^2 - \varepsilon^2)}{z^4} + \frac{2\gamma(M^2 - \varepsilon^2)}{z^3} \right] H_1 = 0, \quad H_1 \approx z^B e^{C/z}.$$

После простых вычислений получаем уравнения для параметров  $B, C$ :

$$C^2 - M^2 + \varepsilon^2 = 0, \quad \gamma(M^2 - \varepsilon^2) - BC - C = 0 \approx 0;$$

откуда следует (используем знак при  $C$ , отвечающий связанным состояниям)

$$C = -\sqrt{M^2 - \varepsilon^2}, \quad B = \gamma C - 1 = -1 - \frac{\alpha \varepsilon}{\sqrt{M^2 - \varepsilon^2}}. \quad (9)$$

Следовательно, решения на бесконечности затухают по закону

$$H_1 \approx r^{-B} e^{-\sqrt{M^2 - \varepsilon^2} r}. \quad (10)$$

Проведенный анализ асимптотик указывает на возможность описания уравнением (1) связанных состояний в системе. Для дальнейшего уравнение для  $H_1$  будем использовать в такой форме:

$$H_1 + \left( \frac{2}{r} + \frac{1}{r-iR} + \frac{1}{r+iR} - \frac{1}{r-r_1} - \frac{1}{r-r_2} \right) H_1' +$$

$$\left[ -(M^2 - \varepsilon^2) + \frac{2\gamma}{r}(M^2 - \varepsilon^2 + \Gamma^{-2}) - \frac{2\nu^2 - \alpha^2}{r^2} + \frac{1}{iR} \frac{1}{r-iR} - \frac{1}{iR} \frac{1}{r+iR} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\Gamma^2} \frac{2\gamma r_1 + 2\Gamma^2 - 4\gamma^2}{r_1 - r_2} \frac{1}{r-r_1} - \frac{1}{\Gamma^2} \frac{2\gamma r_2 + 2\Gamma^2 - 4\gamma^2}{r_2 - r_1} \frac{1}{r-r_2} \right] H_1 = 0. \quad (11)$$

Его удобно представлять в обобщенной форме так:

$$H_1 + \left( \frac{a_1}{r} + \frac{a_2}{r-iR} + \frac{a_3}{r+iR} + \frac{a_4}{r-r_1} + \frac{a_5}{r-r_2} \right) H_1' +$$

$$+ \left( D + \frac{b}{r^2} + \frac{b_1}{r} + \frac{b_2}{r-iR} + \frac{b_3}{r+iR} + \frac{b_4}{r-r_1} + \frac{b_5}{r-r_2} \right) H_1 = 0. \quad (12)$$

Будем искать решения последнего уравнения в окрестности точки  $r = 0$  в виде

$$H_1(r) = r^A e^{Cr} H(r);$$

$$H'' + \left( 2C + \frac{a_1 + 2A}{r} + \frac{a_2}{r-iR} + \frac{a_3}{r+iR} + \frac{a_4}{r-r_1} + \frac{a_5}{r-r_2} \right) H' +$$

$$+ \left( (D + C^2) + \frac{a_1 A + b + A(A-1)}{r^2} + \right.$$

$$+ \frac{a_1 C - a_2 A / iR + a_3 A / iR - a_4 A / r_1 - a_5 A / r_2 + b_1 + 2AC}{r} + \frac{a_2 A / iR + a_2 C + b_2}{r-iR} +$$

$$\left. + \frac{-a_3 A / iR + a_3 C + b_3}{r+iR} + \frac{a_4 A / r_1 + a_4 C + b_4}{r-r_1} + \frac{a_5 A / r_2 + a_5 C + b_5}{r-r_2} \right) H = 0.$$

Требуем выполнения равенств

$$D + C^2 = 0, \quad a_1 A + b + A(A-1) = 0;$$

отсюда находим уже известные выражения для  $C$  и  $A$ . Уравнение для функции  $H$  упрощается

$$H'' + \left( 2C + \frac{a_1 + 2A}{r} + \frac{a_2}{r-iR} + \frac{a_3}{r+iR} + \frac{a_4}{r-r_1} + \frac{a_5}{r-r_2} \right) H' +$$

$$+ \left( \frac{a_1 C - a_2 A / iR + a_3 A / iR - a_4 A / r_1 - a_5 A / r_2 + b_1 + 2AC}{r} + \frac{a_2 A / iR + a_2 C + b_2}{r - iR} + \frac{-a_3 A / iR + a_3 C + b_3}{r + iR} + \frac{a_4 A / r_1 + a_4 C + b_4}{r - r_1} + \frac{a_5 A / r_2 + a_5 C + b_5}{r - r_2} \right) H = 0.$$

Его можно символически записать так:

$$H'' + \left( 2C + \frac{C_1}{r} + \frac{C_2}{r - iR} + \frac{C_3}{r + iR} + \frac{C_4}{r - r_1} + \frac{C_5}{r - r_2} \right) H' + \left( \frac{D_1}{r} + \frac{D_2}{r - iR} + \frac{D_3}{r + iR} + \frac{D_4}{r - r_1} + \frac{D_5}{r - r_2} \right) H = 0. \quad (13)$$

Строим решения в виде степенного ряда

$$H = \sum_{n=0}^{\infty} d_n r^n, \quad H' = \sum_{n=1}^{\infty} n d_n r^{n-1}, \quad H'' = \sum_{n=2}^{\infty} n(n-1) d_n r^{n-2}.$$

Для этого умножим уравнение на выражение

$$r(r - iR)(r + iR)(r - r_1)(r - r_2) = r(r^2 + R^2)(r^2 - 2\gamma r^2 + \Gamma^2);$$

учли, что  $r_1 + r_2 = 2\gamma$ ,  $r_1 r_2 = \Gamma^2$ . Уравнение примет вид

$$\begin{aligned} & \left[ r^5 - (r_1 + r_2)r^4 + (r_1 r_2 + R^2)r^3 - (r_1 + r_2)R^2 r^2 + R^2 r_1 r_2 r \right] H'' + \\ & + \left[ 2Cr^5 - 2C(r_1 + r_2)r^4 + 2C(r_1 r_2 + R^2)r^3 - 2C(r_1 + r_2)R^2 r^2 + 2CR^2 r_1 r_2 r + \right. \\ & + C_1 r^4 - C_1(r_1 + r_2)r^3 + C_1(r_1 r_2 + R^2)r^2 - C_1(r_1 + r_2)R^2 r + C_1 R^2 r_1 r_2 + \\ & + C_2 r^4 - C_2(r_1 + r_2 - iR)r^3 - C_2(r_1 iR + r_2 iR - r_1 r_2)r^2 + C_2 iR r_1 r_2 r + \\ & + C_3 r^4 - C_3(r_1 + r_2 + iR)r^3 + C_3(r_1 iR + r_2 iR + r_1 r_2)r^2 - C_3 iR r_1 r_2 r + \\ & + C_4 r^4 - C_4 r_2 r^3 + C_4 R^2 r^2 - C_4 R^2 r_2 r + \\ & \left. + C_5 r^4 - C_5 r_1 r^3 + C_5 R^2 r^2 - C_5 R^2 r_1 r \right] H' + \\ & \left[ D_1 r^4 - D_1(r_1 + r_2)r^3 + D_1(r_1 r_2 + R^2)r^2 - D_1(r_1 + r_2)R^2 r + D_1 R^2 r_1 r_2 + \right. \\ & + D_2 r^4 - D_2(r_1 + r_2 - iR)r^3 - D_2(r_1 iR + r_2 iR - r_1 r_2)r^2 + D_2 iR r_1 r_2 r + \\ & + D_3 r^4 - D_3(r_1 + r_2 + iR)r^3 + D_3(r_1 iR + r_2 iR + r_1 r_2)r^2 - D_3 iR r_1 r_2 r + \\ & \left. + D_4 r^4 - D_4 r_2 r^3 + D_4 R^2 r^2 - D_4 R^2 r_2 r + D_5 r^4 - D_5 r_1 r^3 + D_5 R^2 r^2 - D_5 R^2 r_1 r \right] H = 0. \end{aligned}$$

Дальше выводим 6-членные рекуррентные соотношения:

$$\begin{aligned} & \left[ 2C(n-4) + D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 \right] d_{n-4} + \\ & + [(n-3)(n-4) - 2C(r_1 + r_2)(n-3) + \\ & + C_1(n-3) + C_2(n-3) + C_3(n-3) + C_4(n-3) + C_5(n-3) + \\ & - D_1(r_1 + r_2) - D_2(r_1 + r_2 - iR) - D_3(r_1 + r_2 + iR) - D_4 r_2 - D_5 r_1] d_{n-3} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +[-(r_1 + r_2)(n-2)(n-3) + 2C(r_1 r_2 + R^2)(n-2) - \\
& - C_1(r_1 + r_2)(n-2) - C_2(r_1 + r_2 - iR)(n-2) - \\
& - C_3(r_1 + r_2 + iR)(n-2) - C_4 r_2(n-2) - C_5 r_1(n-2) + \\
& + D_1(r_1 r_2 + R^2) - D_2(r_1 iR + r_2 iR - r_1 r_2) + D_3(r_1 iR + r_2 iR + r_1 r_2) + D_4 R^2 + D_5 R^2] d_{n-2} + \\
& + [(r_1 r_2 + R^2)(n-1)(n-2) - 2C(r_1 + r_2)R^2(n-1) + C_1(r_1 r_2 + R^2)(n-1) - \\
& - C_2(r_1 iR + r_2 iR - r_1 r_2)(n-1) + C_3(r_1 iR + r_2 iR + r_1 r_2)(n-1) + C_4 R^2(n-1) + \\
& + C_5 R^2(n-1) - D_1(r_1 + r_2)R^2 + D_2 iR r_1 r_2 - D_3 iR r_1 r_2 - D_4 R^2 r_2 - D_5 R^2 r_1] d_{n-1} + \\
& + [-(r_1 + r_2)R^2 n(n-1) + 2CR^2 r_1 r_2 n - C_1(r_1 + r_2)R^2 n + \\
& + C_2 iR r_1 r_2 n - C_3 iR r_1 r_2 n - C_4 R^2 r_2 n - C_5 R^2 r_1 n + D_1 R^2 r_1 r_2] d_n + \\
& + [R^2 r_1 r_2 n(n+1) d_{n+1} + C_1 R^2 r_1 r_2 (n+1)] d_{n+1} = 0. \quad (14)
\end{aligned}$$

Для анализа вопроса о радиусе сходимости ряда применим метод Пуанкаре–Перрона. Разделим последнее соотношение на  $d_{n-4}$ :

$$\begin{aligned}
& [2C(n-4) + D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5] + \\
& + [(n-3)(n-4) - 2C(r_1 + r_2)(n-3) + \\
& + C_1(n-3) + C_2(n-3) + C_3(n-3) + C_4(n-3) + C_5(n-3) + \\
& - D_1(r_1 + r_2) - D_2(r_1 + r_2 - iR) - D_3(r_1 + r_2 + iR) - D_4 r_2 - D_5 r_1] \frac{d_{n-3}}{d_{n-4}} + \\
& [- (r_1 + r_2)(n-2)(n-3) + 2C(r_1 r_2 + R^2)(n-2) - \\
& - C_1(r_1 + r_2)(n-2) - C_2(r_1 + r_2 - iR)(n-2) - \\
& - C_3(r_1 + r_2 + iR)(n-2) - C_4 r_2(n-2) - C_5 r_1(n-2) + D_1(r_1 r_2 + R^2) - \\
& - D_2(r_1 iR + r_2 iR - r_1 r_2) + D_3(r_1 iR + r_2 iR + r_1 r_2) + D_4 R^2 + D_5 R^2] \frac{d_{n-2}}{d_{n-3}} \frac{d_{n-3}}{d_{n-4}} + \\
& [(r_1 r_2 + R^2)(n-1)(n-2) - 2C(r_1 + r_2)R^2(n-1) + C_1(r_1 r_2 + R^2)(n-1) - \\
& - C_2(r_1 iR + r_2 iR - r_1 r_2)(n-1) + C_3(r_1 iR + r_2 iR + r_1 r_2)(n-1) + \\
& + C_4 R^2(n-1) + C_5 R^2(n-1) - D_1(r_1 + r_2)R^2 + \\
& + D_2 iR r_1 r_2 - D_3 iR r_1 r_2 - D_4 R^2 r_2 - D_5 R^2 r_1] \frac{d_{n-1}}{d_{n-2}} \frac{d_{n-2}}{d_{n-3}} \frac{d_{n-3}}{d_{n-4}} + \\
& [-(r_1 + r_2)R^2 n(n-1) + 2CR^2 r_1 r_2 n - C_1(r_1 + r_2)R^2 n + \\
& + C_2 iR r_1 r_2 n - C_3 iR r_1 r_2 n - C_4 R^2 r_2 n - C_5 R^2 r_1 n + D_1 R^2 r_1 r_2] \frac{d_n}{d_{n-1}} \frac{d_{n-1}}{d_{n-2}} \frac{d_{n-2}}{d_{n-3}} \frac{d_{n-3}}{d_{n-4}} + \\
& [R^2 r_1 r_2 n(n+1) + C_1 R^2 r_1 r_2 (n+1)] \frac{d_{n+1}}{d_n} \frac{d_n}{d_{n-1}} \frac{d_{n-1}}{d_{n-2}} \frac{d_{n-2}}{d_{n-3}} \frac{d_{n-3}}{d_{n-4}} = 0.
\end{aligned}$$

Делим это соотношение на  $n^2$ , устремляем  $n \rightarrow \infty$ , вводим параметр

$$r = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{d_{k-3}}{d_{k-4}},$$

модуль которого определяет возможные радиуса сходимости. Получаем алгебраическое уравнение для величины  $r$ :

$$r\left(r^2 + \frac{1}{R^2}\right)\left(r - \frac{1}{r_1}\right)\left(r - \frac{1}{r_2}\right) = 0.$$

Возможны следующие решения:

$$r = 0, \quad r = +\frac{i}{R}, \quad r = -\frac{i}{R}, \quad r = \frac{1}{r_1}, \quad r = \frac{1}{r_2}.$$

Таким образом, имеем возможные радиусы сходимости

$$R_{conv} = \infty, \quad |R|, \quad |r_1|, \quad |r_2|. \quad (15)$$

Поскольку поведение решений около точек  $R$ ,  $r_1$ ,  $r_2$  вполне регулярно, можно ожидать, что реальный радиус сходимости – это  $R_{conv} = \infty$ .

**Выводы.** В работе проведен асимптотический анализ одного из радиальных уравнений, описывающих класс состояний для релятивистской частицы со спином 1 в кулоновском поле. Проведенный анализ асимптотик указывает на возможность описания уравнением (1) связанных состояний в системе. Решения этого уравнения построены в виде степенных рядов, сходимость которых исследована методом Пуанкаре–Перрона.

#### Список основных источников

1. Тамм, И. Е. Движение мезонов в электромагнитных полях / И. Е. Тамм // Доклады АН СССР. – 1940. – Т. 29. – С. 551.
2. Овсюк, Е. М. О выделении независимых решений в радиальных уравнениях для частицы со спином 1 во внешнем кулоновском поле / Е. М. Овсюк, В. В. Кисель, В. М. Редьков // Доклады НАН Беларуси. – 2017. – Т. 61.

**Helena Ovsyuk, Artem Koralkov, Alina Ivashkevich, Helena Babak**

#### ANALYSIS OF THE EQUATION FOR PARTICLES WITH SPIN 1 IN COULOMB FIELD

*Summary.* Relativistic spin 1 particle is studied in presence of external Coulomb field. It should be expected three independent subclasses of states. One subclass is readily found and gives the known energy spectrum. Two other subclasses are to be studied within a unique system for six related radial functions. In each case there exist one main function with its own 2-nd order equation and the rules to get other 5 functions. An asymptotic analysis of one of the radial equations describing the class of bound states for a particle with spin 1 in Coulomb field is carried out.

**Keywords:** spin 1 particle, coulomb field, singular points of differential equation, independent solutions.

Ж. И. Равуцкая

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

*Одной из основных задач, стоящих перед высшей школой, является подготовка грамотных специалистов, владеющих профессией, обладающих необходимыми компетенциями. Компетентность является интегративным качеством специалиста, владеющего разносторонними знаниями, умениями и навыками в профессиональной деятельности. В связи с этим необходимо обеспечить формирование у студентов следующих групп компетенций: академических, социально-личностных, профессиональных. Формирование у студентов обобщенных умений по решению физических задач обеспечивает эффективность их профессиональной подготовки.*

**Ключевые слова:** профессиональная компетентность, решение задач, обобщенные умения, графический метод.

**Введение.** Основная подготовка учителя физики к руководству деятельностью учащихся по решению задач осуществляется в учебной дисциплине «Практикум по решению физических задач». Основной идеей по организации занятий в этой дисциплине является идея использования общих методов решения физических задач.

По способу решения физические задачи делятся на качественные, количественные, графические и экспериментальные [1]. График может выступать способом задания зависимости между физическими величинами; средством выражения характера этой зависимости, т.е. ее графической интерпретацией. Графические задачи способствуют формированию функционального мышления, приучают к точности и аккуратности. В связи с этим возникает необходимость в формировании у студентов умений строить и анализировать различные графические зависимости, решать задачи с использованием графического метода.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Графические задачи получили широкое применение при изучении кинематики, газовых законов, основ термодинамики.

**Пример 1.** Кинематический закон движения тела вдоль оси  $Ox$  имеет вид  $x = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 3 \text{ м}$ ,  $B = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $C = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . Найти путь, пройденный телом за промежуток времени от  $t_1 = 2 \text{ с}$  до  $t_2 = 8 \text{ с}$  [2].

$$x = 3 + 16t - 2t^2$$

$$t_1 = 2 \text{ с}$$

$$t_2 = 8 \text{ с}$$

$$S = ?$$

Путь, пройденный телом, можно определить как площадь фигуры под графиком в координатах  $v_x, t$ . Для построения данного графика запишем уравнение зависимости проекции скорости от времени для рассматриваемого тела в виде

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

Из сравнения уравнения движения рассматриваемого тела с уравнением движения в общем виде  $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$  получим:

$$x_0 = 3 \text{ м}, v_{0x} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}, a_x = -4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

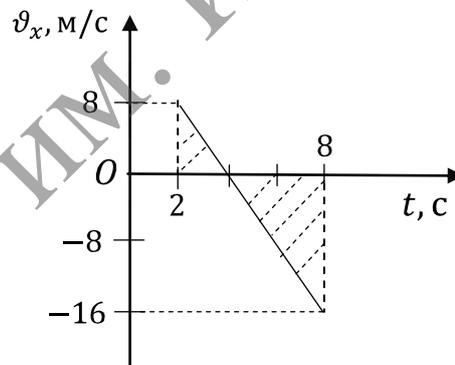
Тогда уравнение зависимости проекции скорости от времени будет иметь вид:

$$v_x = 16 - 4t.$$

На основании полученного уравнения определим значения проекций скоростей в заданные моменты времени:

$$v_{x1} = 16 - 4 \cdot 2 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}, v_{x2} = 16 - 4 \cdot 8 = -16 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

По полученным значениям построим график зависимости  $v_x = v_x t$ .



Путь, пройденный телом за промежуток времени от  $t_1 = 2 \text{ с}$  до  $t_2 = 8 \text{ с}$ , определим как сумму площадей двух треугольников:

$$S = S_1 + S_2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 8 + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 16 = 8 + 32 = 40 \text{ м}.$$

Для изучения процессов, протекающих в газах, своеобразной системой отсчета является графически представленные в виде кривых зависимости одного из параметров от другого при заданном значении третьего параметра. Обычно эти процессы изображаются графиками в координатах  $pV$ .

**Пример 2.** Два моль идеального газа нагревают так, что его температура изменяется от  $T_1 = 280 \text{ К}$  до  $T_2 = 380 \text{ К}$  прямо пропорционально квадрату давления газа. Определить совершенную при этом работу [2].

$$\begin{aligned} \nu &= 2 \text{ моль} \\ T_1 &= 280 \text{ К} \\ T_2 &= 380 \text{ К} \\ T &= kp^2 \end{aligned}$$

$A = ?$

Работа, совершаемая газом, определяется как площадь фигуры под графиком в координатах  $pV$ . Поэтому для решения задачи целесообразно изобразить заданный процесс в координатах  $pV$ .

Так как  $T \sim p^2$ , значит, это не изохорный процесс, т.е. объем тоже меняется. На основании уравнения Клапейрона запишем:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

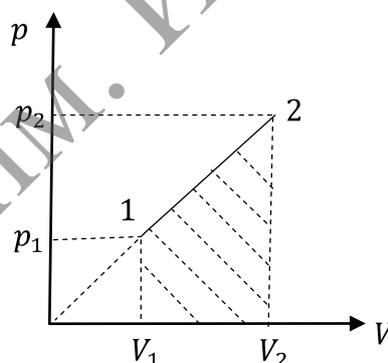
Исходя из условия, можно записать:

$$T_1 = kp_1^2, T_2 = kp_2^2.$$

Подставив эти значения в уравнение Клапейрона, получим:

$$\frac{p_1 V_1}{kp_1^2} = \frac{p_2 V_2}{kp_2^2} \Rightarrow \frac{V_1}{p_1} = \frac{V_2}{p_2}, V \sim p.$$

Построим график этого процесса в координатах  $pV$ .



Работа, совершенная газом, равна площади заштрихованной трапеции:

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{2}.$$

Из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$p_1 V_1 = \nu RT_1, \quad p_2 V_2 = \nu RT_2.$$

Из уравнения Клапейрона ранее получили:

$$\frac{V_1}{p_1} = \frac{V_2}{p_2} \Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1.$$

Тогда 
$$A = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} = \frac{\nu R T_2 - \nu R T_1}{2} = \frac{\nu R}{2} (T_2 - T_1),$$

$$A = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot 380 - 280}{2} = 831 \text{ Дж.}$$

Использование графического метода значительно облегчает решение задач на уравнение теплового баланса. Решение таких задач целесообразно начать с анализа тепловых процессов, происходящих в системе. Результатом такого анализа является график зависимости температуры от времени, который строят для каждого из элементов, входящих в систему. При построении графика началом отсчета целесообразно взять температуру теплового равновесия, которую следует обозначать  $\theta$ , чтобы она отличалась от обозначения других температур в задаче. Построив такой график, достаточно сложно ошибиться с количеством тепловых процессов, происходящих в системе.

Наиболее часто встречаемая ошибка при решении задач с использованием уравнения теплового баланса – неправильное определение знака количества теплоты, выделяемого или получаемого в процессе теплопередачи. Анализ графика зависимости температуры от времени позволяет безошибочно определить, в каких процессах количество теплоты выделяется (в процессах, находящихся на графике выше оси  $\theta$ ), а в каких – поглощается (в процессах, находящихся на графике ниже оси  $\theta$ ). Поэтому уравнение теплового баланса целесообразно записывать в виде  $Q_{\text{отд}} = Q_{\text{получ}}$  и от более высокой температуры отнимать более низкую.

**Пример 3.** В стальной сосуд массой 300 г налили 1,5 л воды при 17 °С. В воду опустили кусок мокрого снега массой 200 г. Когда снег растаял, установилась температура 7 °С. Сколько воды было в комке снега? [2].

$$\begin{aligned} m_1 &= 0,3 \text{ кг} \\ V_2 &= 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \\ t_1 &= 17^\circ\text{С} \\ m_3 + m_4 &= 0,2 \text{ кг} \\ t_3 &= 0^\circ\text{С} \\ \theta &= 7^\circ\text{С} \\ m_3 &=? \end{aligned}$$

Процесс теплообмена происходит между сосудом, водой и льдом, находящимся в куске мокрого снега, с превращением льда в воду.

Изобразим графики процессов, происходящих в системе, в координатах «температура – время».

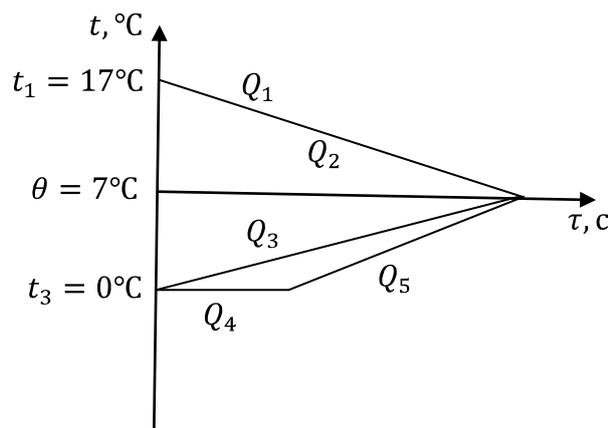
$$Q_1 = c_{\text{ст}} m_1 (t_1 - \theta) \text{ – охлаждение стального сосуда,}$$

$$Q_2 = c_{\text{в}} m_2 (t_1 - \theta) = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 (t_1 - \theta) \text{ – охлаждение воды в сосуде,}$$

$$Q_3 = c_{\text{в}} m_3 (\theta - t_3) \text{ – нагревание воды, находящейся в куске мокрого снега,}$$

$$Q_4 = \lambda m_4 \text{ – плавление льда, находящегося в куске мокрого снега,}$$

$$Q_5 = c_{\text{в}} m_4 (\theta - t_3) \text{ – нагревание воды, полученной из льда.}$$



Согласно уравнению теплового баланса

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_5,$$

$$c_{\text{ст}} m_1 t_1 - \theta + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 t_1 - \theta = c_{\text{в}} m_3 \theta - t_3 + \lambda m_4 + c_{\text{в}} m_4 \theta - t_3 .$$

Из справочных таблиц находим:

$$c_{\text{ст}} = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} - \text{удельная теплоемкость стали},$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} - \text{удельная теплоемкость воды},$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3 - \text{плотность воды},$$

$$\lambda = 330 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} - \text{удельная теплота плавления льда}.$$

Решая уравнение относительно неизвестной величины с учетом  $m_4 = 0,2 - m_3$ , получим:

$$c_{\text{ст}} m_1 t_1 - \theta + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 t_1 - \theta = c_{\text{в}} m_3 \theta + 0,2 - m_3 \lambda + c_{\text{в}} \theta ,$$

$$c_{\text{ст}} m_1 t_1 - \theta + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 t_1 - \theta = c_{\text{в}} m_3 \theta + 0,2 \lambda + c_{\text{в}} \theta - m_3 \lambda + c_{\text{в}} \theta ,$$

$$c_{\text{ст}} m_1 t_1 - \theta + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 t_1 - \theta - 0,2 \lambda + c_{\text{в}} \theta = m_3 c_{\text{в}} \theta - \lambda + c_{\text{в}} \theta ,$$

$$c_{\text{ст}} m_1 + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 t_1 - \theta - 0,2 \lambda + c_{\text{в}} \theta = -m_3 \lambda,$$

$$m_3 = \frac{c_{\text{ст}} m_1 + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_2 t_1 - \theta - 0,2 \lambda + c_{\text{в}} \theta}{-\lambda},$$

$$m_3 = \frac{460 \cdot 0,3 + 4200 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 17 - 7 - 0,2 \cdot 330 \cdot 10^3 + 4200 \cdot 7}{-330 \cdot 10^3} =$$

$$= 0,023 \text{ кг} = 23 \text{ г}.$$

**Выводы.** Использование графического метода решения физических задач из различных разделов курса физики способствует более глубокому пониманию физических процессов, описываемых в задаче, формированию обобщенных умений по решению физических задач, повышению качества

профессиональной подготовки студентов, формированию их профессиональной компетентности.

#### Список основных источников

1. Физика. Теория и технология решения задач / В. А. Бондарь [и др.] ; под общ. ред. В. А. Яковенко. – Минск : ТетраСистемс, 2003. – 560 с.
2. Капельян, С. Н. Физика: пособие для подготовки к экзамену и централизованному тестированию / С. Н. Капельян, В. А. Малашонок. – Минск : Аверсэв, 2016. – 416 с.

**Zhanne Ravutskaya**

#### FORMATION OF FUTURE TEACHER OF PHYSICS' PROFESSIONAL COMPETENCE ON THE BASIS OF USING GRAPHICAL METHOD OF SOLVING PROBLEMS

*Summary.* One of the main goals of higher educational institutions is training of skilled specialists who master their profession and possess essential competences. Competence is an integrative quality of specialists who have all-round knowledge, skills and habits for their professional activity. In connection with this, it is important to provide the students with the following groups of competences: academic one, social-personal one, professional one. The formation of the students' generalized skills in solving Physics tasks ensures the efficiency of their professional training.

**Keywords:** professional competence, solving problems, generalized skills, graphical method.

УДК 539.21

**В. С. Савенко, А. В. Гуненко**

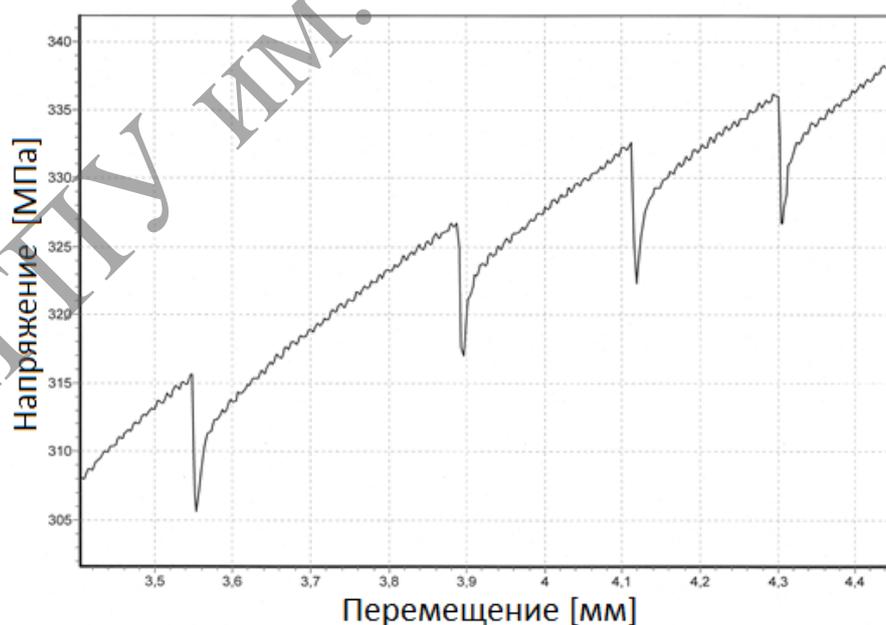
#### ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСОВ ТОКА НА МИКРОСТРУКТУРУ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

*В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния импульсного тока плотностью  $10^3$  А/мм<sup>2</sup> и длительностью  $10^{-4}$  с, частотой 600–800 Гц при реализации многоходовой электропластической прокатки. Рассмотрено влияние импульсного тока на возникающее собственное магнитное поле внутри деформируемого образца с учетом пондеромоторных сил.*

**Ключевые слова:** электропластическая деформация, пондеромоторное действие тока, пинч-эффект, скин-эффект, импульсный ток, собственное магнитное поле.

**Введение.** В настоящее время установлено влияние электрических и магнитных полей на металлы и сплавы, в условиях электропластичности, приводящие к изменению процессов ползучести и микротвердости, прочности и пластичности металлов, подвергающихся внешним энергетическим воздействиям. Достаточно хорошо изученным видом внешних энергетических воздействий является токовая импульсная обработка металлов. Воздействие токовыми импульсами на металлические материалы приводит к существенному изменению их физико-механических свойств, что важно с прикладной точки зрения для восстановления ресурса металлических деталей, и изменению их служебных характеристик.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для экспериментальных исследований была создана установка, позволяющая нагружать образец статической силой с равномерным ростом деформации во времени. Образцы испытывались на разрыв с записью зависимости величины растягивающей силы от времени. В первой серии экспериментов для реализации электропластической деформации через образцы пропускался импульсный ток  $10^3$  А/мм<sup>2</sup> длительностью  $10^{-4}$  с. При пропускании тока в образце наблюдались динамические деформации с осцилляциями деформирующих усилий (рисунок 1). Контроль динамических воздействий выполнялся измерением ускорений образца с применением трехосевого пьезоэлектрического датчика, сигналы с которого записывались через устройство сбора данных. В контрольной серии экспериментов образцы деформировались без тока.



**Рисунок 1. – Осцилляции деформирующих усилий при статистическом нагружении образцов при прохождении импульсов тока**

При пропускании через образец, имеющий геометрические параметры: ширина – 4 мм, толщина – 1 мм нагруженный выше предела текучести, во время многоходовой прокатки, коротких импульсов тока длительностью  $10^{-4}$  с, плотностью  $J_m = 10^3$  А/мм<sup>2</sup> происходит возбуждение электронной подсистемы металла и реализуется явление электропластичности в виде осциллирующих деформирующих [1–3].

Импульсный ток обуславливает в деформируемом материале пондеромоторное действие вследствие периодического сжатия образцов в радиальном направлении собственным магнитным полем тока и возбуждением виброакустических упругих ультразвуковых колебаний с частотой следования импульсов. В [4–6] показано, что при одной и той же плотности тока электропластический эффект зависит от параметров образца, радиуса и электрического сопротивления.

Следует отметить, что при возбуждении импульсов тока в металле выделяется Джоулево тепло, однако при длительности импульсов тока 100 мкс и плотности тока от 100 до нескольких тысяч А/мм<sup>2</sup> нагрев образца не превышает нескольких градусов, если импульсы разделены интервалами в десятки секунд.

С другой стороны, возбуждение импульсов тока в металле приводит к возникновению механических напряжений за счет пондеромоторных факторов, которые обуславливают виброакустические ультразвуковые колебания кристаллической решетки на фронте нарастания импульса. При реализации пинч-эффекта создающееся собственное магнитное поле импульсного тока диффундирует в образец, при этом скорость диффузии зависит как от проводимости, так и от частоты тока [1].

В условиях реализации электропластической деформации наблюдается модификация микроструктуры с уменьшением площади и периметра зёрен (рисунки 2, 3), т. е. происходит уменьшение зёрен и микроструктура деформационной части образца становится мелкозернистой, зерна принимают меньшую форму, существенно уменьшается длина и ширина зерен.

**Вывод.** При деформации образца за счет пондеромоторных сил, пинч-эффекта магнитное поле диффундирует в образец, при этом скорость диффузии зависит от проводимости и частоты тока. Пинч-эффект выражен сильнее на материалах с высокой электропроводимостью при одинаковой геометрии.

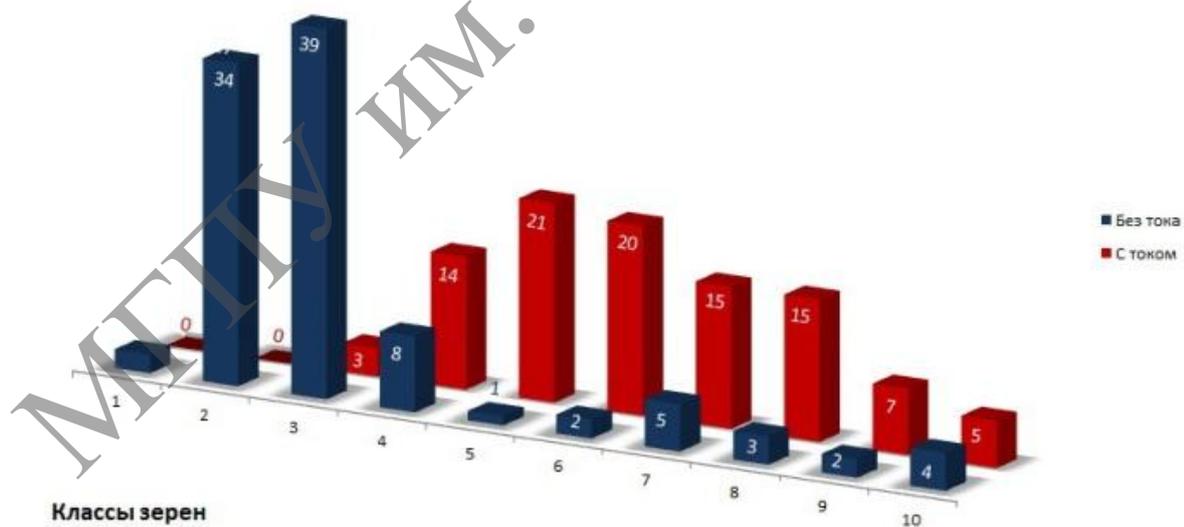
Напряженность магнитного поля увеличивается с увеличением расстояния от центра образца, а плотность тока уменьшается. С увеличением частоты следования импульсов магнитное и электрическое поля перемещаются к стенкам образца.

Доля по количеству (в процентах)



Классы зерен

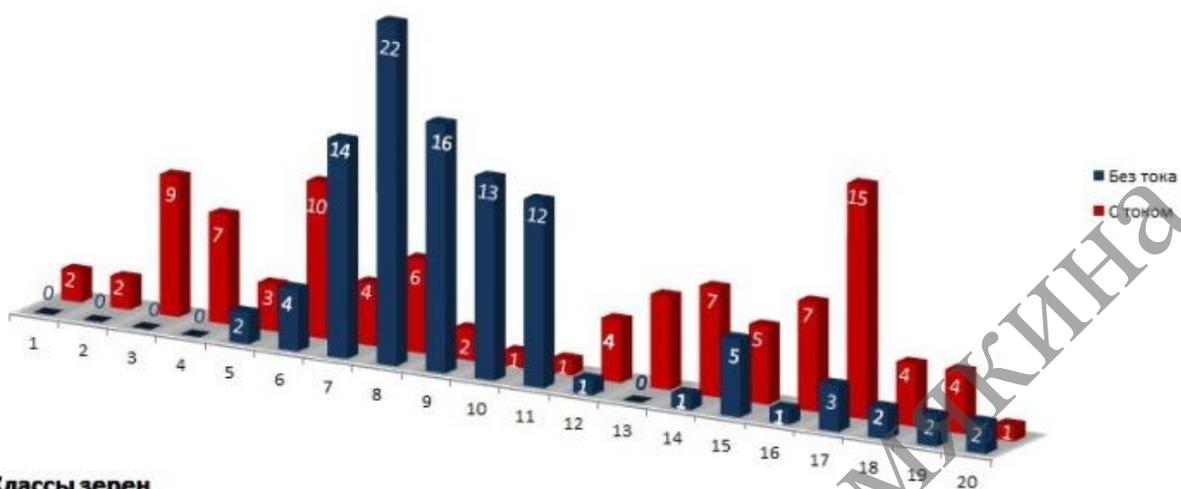
Доля по массе (в процентах)



Классы зерен

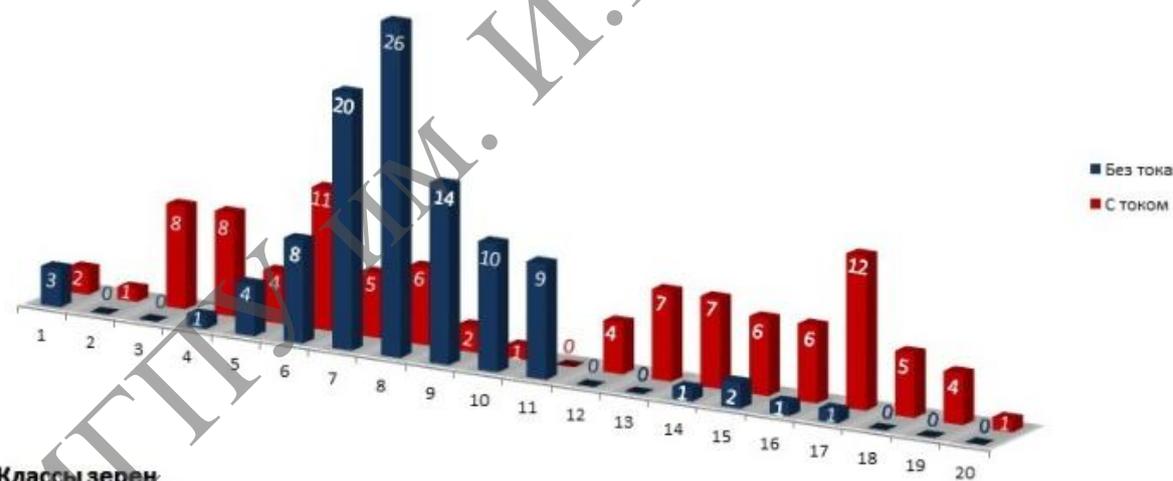
Рисунок 2. – Сравнительный график по параметру площади

### Доля по массе (в процентах)



Классы зерен

### Доля по количеству (в процентах)



Классы зерен

Рисунок 3. – Сравнительный график по параметру периметров

#### Список основных источников

1. Савенко, В. С. Фундаментальные и прикладные исследования электропластической деформации металлов / В. С. Савенко, О. А. Троицкий. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 375 с.

2. Рошупкин, А. М. О влиянии электрического тока и магнитного поля на взаимодействие дислокаций с точечными дефектами в металлах / А. М. Рошупкин, И. Л. Батаронов // Физика твердого тела. – 1988. – Т. 30, № 11. – С. 3311.

3. Molotskii, M. Magnetic effects in electroplasticity of metals / M. Molotskii, V. Fleurov // Physical Review. – 1991. – Vol. 52. – № 22. – P. 311–317.

4. Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы / Ю. В. Баранов [и др.] – М. : МГИУ, 2001. – 844 с.

5. Савенко, В. С. Механическое двойникование и электропластичность металлов в условиях внешних энергетических воздействий : монография / В. С. Савенко. – Минск : БГАФК, 2003. – 203 с.

6. Savenko, V. S. Electroplastic effect under the simultaneous superposition and magnetic fields / V. S. Savenko // Journal of applied physics, 1999. – № 5. – P. 1–4.

**Vladimir Savenko, Alexey Gunenko**

## **INFLUENCE OF CURRENT PULSES ON THE MICROSTRUCTURE OF A STAINLESS STEEL UNDER CONTINUOUS DEFORMATION**

*Summary.* The article presents the results of theoretical and experimental studies of the effect of a pulsed current with a density of  $10^3 \text{ A/mm}^2$  and a duration of  $10^{-4} \text{ s}$ , a frequency of  $600 \div 800 \text{ Hz}$  with the realization of multi-pass electroplastic rolling. The effect of a pulsed current on the resulting intrinsic magnetic field inside a deformable sample is considered, taking into account ponderomotive forces.

**Keywords:** electroplastic deformation, ponderomotive effect of the current, pinch effect, skin effect, impulse current, intrinsic magnetic field.

УДК 539.21

**В. С. Савенко, А. В. Гуненко**

## **ЭЛЕКТРОННО-ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ СТАТИСТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ**

*Рассмотрена электропластическая деформация образцов нержавеющей стали в условиях действия одиночных импульсов тока плотностью  $\sim 10^5 \text{ A/cm}^2$  и длительностью  $\sim 10^{-4} \text{ с}$ , при непрерывном растяжении статической нагрузкой. Образцы испытывались на разрыв на специальном стенде с записью зависимости величины растягивающей силы от времени.*

**Ключевые слова:** деформация, импульс электрического тока, растяжение, микроструктура, измельчение зерна.

**Введение.** В процессе эксплуатации металлические конструкции и изделия, детали машин подвергаются механическим нагрузкам, что необратимо приводит к постепенному их разрушению в связи с исчерпанием ресурса. Исследования всех видов пластической деформации материалов из сталей и сплавов различных структурных классов, а также чистых металлов, находящихся как в поликристаллическом, так и монокристаллическом состояниях, позволили объяснить хрупкое разрушение изделий, но вопрос о возможности варьирования срока службы материала и увеличении его ресурса так и не был решен.

В настоящее время предложен ряд способов модификации физических и механических свойств металлических материалов в условиях внешних энергетических воздействий. К таким методам относятся воздействие импульсами электрического тока, электрическими и магнитными полями, контактные воздействия. Однако, стоит отметить, что физическая природа влияния этих воздействий на металлы и сплавы в процессе пластической деформации до сих пор изучена недостаточно.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Целью исследований являлось изучение внешних энергетических воздействий в условиях реализации электропластичности металлов на физико-механические характеристики тонких образцов нержавеющей стали для получения высоких эксплуатационных свойств материалов.

В условиях реализации электропластической деформации при действии одиночных импульсов тока плотностью  $\sim 10^5$  А/см<sup>2</sup> и длительностью  $\sim 10^{-4}$  с, в условиях непрерывного растяжения с различной скоростью нагружения наблюдается модификация микроструктуры нержавеющей стали. Исследования проводились на специальном стенде для испытания образцов на разрыв с записью зависимости величины растягивающей силы от времени (рисунок 1).

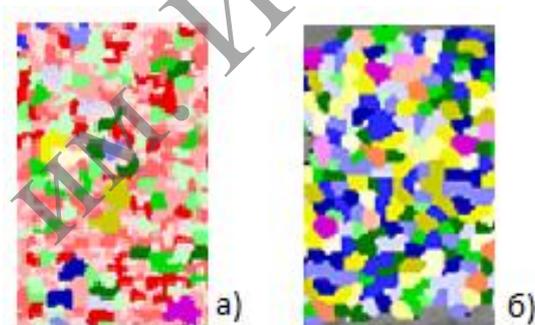
Морфологический анализ испытуемых образцов при электронно-пластической деформации (рисунок 2) показал уменьшение процентной доли площади и длины зёрен, т.е. микроструктура деформационной части образца (рисунок 3) становится мелкозернистой, зерна принимают большую форму с увеличением удлинения зерна, с преимущественной ориентацией аксиальной структуры, существенно уменьшается длина, ширина и удлинение зерен, вертикальная и горизонтальная проекция зерен.

Импульсный ток оказывает на деформируемый материал пондеромоторное действие, обусловленное периодическим сжатием образцов в радиальном направлении токового канала, собственным магнитным полем тока и возбуждением в образцах на фронте нарастания импульса, виброакустических упругих ультразвуковых колебаний с частотой следования импульсов. В [1–3] показано, что при одной и той же плотности тока

электропластический эффект зависит от параметров образца: радиуса и электрического сопротивления.

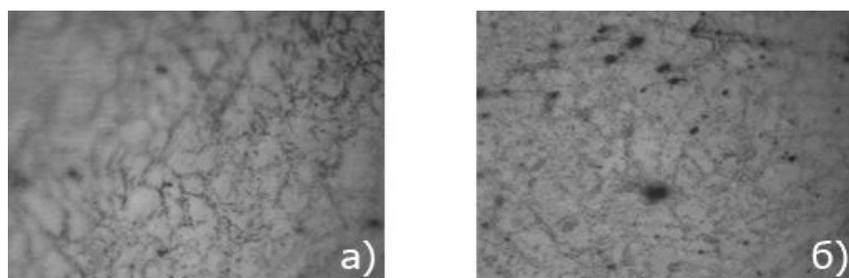


**Рисунок 1. – Специальный стенд для испытания образцов на разрыв с записью зависимости величины растягивающей силы от времени**



**а) без тока, б) с током**

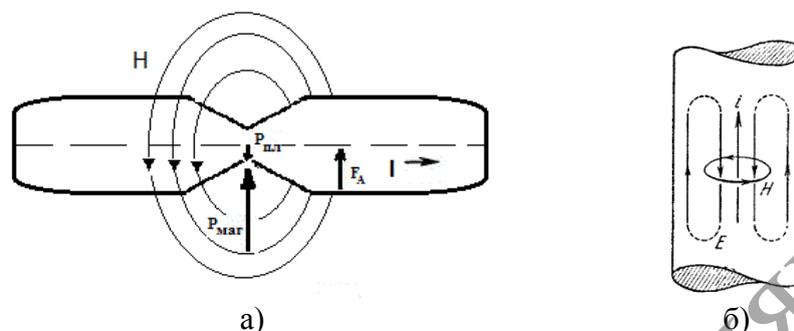
**Рисунок 2. – Морфология образцов (100х)**



**а) без тока, б) с током**

**Рисунок 3. – Микроструктура образцов (100х)**

Пондеромоторное пинч-действие импульсного тока обуславливает появление собственного магнитного поля в виде силовых кольцевых линий напряженности вокруг электронной плазмы движущихся зарядов, смещая их к оси образца в поперечном направлении под действием поля Холла, что приводит к перераспределению напряженности магнитного поля  $H$  в приповерхностных слоях металла (рисунок 4).



а) модель пондеромоторного пинч-действия импульсного тока;  
 б) вытеснение переменного тока на поверхности образца, ток нарастает  
 Рисунок 4. – Пондеромоторный эффект

Возникновение скин-эффекта обуславливается действием высокочастотного тока, индуцирующего вихревые токи в проводнике, которые препятствуют равномерному распределению плотности тока по поперечному сечению проводника, при этом плотность тока на оси оказывается меньше, чем у его поверхности.

Таким образом, для технологических расчетов реализации электронно-пластической деформации при различных способах обработки металлов давлением необходимо учитывать физические условия создания пондеромоторных эффектов для динамического пинч- и скин-эффектов в упругой пластической деформации металлов с участием собственного магнитного поля тока.

**Вывод.** Экспериментальные результаты показали, что при реализации явления электропластичности улучшается микроструктура металла, что, как правило, реализуется созданием микрозернистого строения металла при уменьшении размера зерна.

Практическая значимость результатов заключается в установлении возможности варьирования структуры, физических и механических свойств металлических изделий, подвергающихся пластической деформации в условиях внешних энергетических воздействий

Влияние электрических потенциалов на свойства металлов и сплавов, подвергающихся пластической деформации, можно использовать для разработки технологий управления процессами обработки давлением путем подведения электрических потенциалов или создания контактной разности потенциалов в контактных парах.

### Список основных источников

1. Савенко, В. С. Фундаментальные и прикладные исследования электропластической деформации металлов / В. С. Савенко, О. А. Троицкий. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 375 с.
2. Рошупкин, А. М. О влиянии электрического тока и магнитного поля на взаимодействие дислокаций с точечными дефектами в металлах / А. М. Рошупкин, И. Л. Батаронов // Физика твердого тела. – 1988. – Т. 30. – № 11. – С. 3311.
3. Molotskii, M. Magnetic effects in electroplasticity of metals / M. Molotskii, V. Fleurov // Physical Review. – 1991. – Vol. 52 / – №22. – P. 311–317.
4. Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы / Ю. В. Баранов [и др.]. – М. : МГИУ, 2001. – 844 с.
5. Савенко, В. С. Механическое двойникование и электропластичность металлов в условиях внешних энергетических воздействий : монография / В. С. Савенко. – Минск : БГАФК, 2003. – 203 с.
6. Savenko, V. S. Electroplastic effect under the simultaneous superposition and magnetic fields / V. S. Savenko // Journal of applied physics, 1999. – № 5. – P. 1–4.

Vladimir Savenko, Alexey Gunenko

### ELECTRON-PLASTIC DEFORMATION OF METALS IN THE CONDITIONS OF STATISTICAL LOAD

*Summary.* Electroplastic deformation of stainless steel specimens under the action of single current pulses with a density of  $\sim 10^5$  A / cm<sup>2</sup> and a duration of  $\sim 10^{-4}$  s is considered under continuous tension with a static load. Samples were tested for tearing on a special stand with a record of the dependence of the tensile force on time.

**Keywords:** deformation, electric current pulse, tension, microstructure, grain refinement.

УДК 378.147.88

В. С. Савенко, А. И. Шишова, М. Ю. Окунев

### ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК ПО ФИЗИКЕ КАК НЕОБХОДИМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В данной статье раскрывается понятие «электронный учебник», указываются этапы построения электронного учебника и его роль в общеобразовательном процессе.

**Ключевые слова:** электронный учебник, информационные технологии.

**Введение.** Использование компьютерных технологий в средней общеобразовательной школе – новая форма образовательного процесса, которая не изменяет сроки обучения, а применяет программно-педагогические средства (ППС) в процессе обучения, а также дает возможность учителю более глубоко осветить для учащихся экспериментальные и теоретические вопросы. Применение компьютерных технологий на уроке физики предоставляет учащимся возможность более детально вникнуть в физические процессы, эффекты и явления, а также проанализировать важные теоретические вопросы.

Электронные образовательные ресурсы являются неотъемлемой частью в учебном процессе. Это необходимость, способствующая совершенствованию практических умений и навыков эффективно организовывать самостоятельную работу и индивидуализировать процесс обучения, повысить интерес к урокам и активизировать познавательную деятельность учащихся.

Изучение физики как общеобразовательного предмета в школе способствует формированию общего мировоззрения учащихся.

**Цель исследования.** Разработать научно-методическое обоснование и практически реализовать на уроках физики электронный учебник, способствующий повышению эффективности знаний учащихся при изучении курса физики в учебном процессе.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Физика для учащихся – одна из сложных дисциплин. Это является причиной того, что у учащихся пропадает интерес, желание изучения этой дисциплины и наблюдается снижение уровня мотивации учащихся к ее изучению. Поэтому перед каждым учителем ставится задача пробудить интерес к учебному предмету, особенно на первоначальном этапе его изучения. Этому способствует применение на уроках физики современных компьютерных технологий, в том числе и электронного учебника.

Компьютер должен стать для учащихся источником получения новой информации, инструментом познавательной деятельности, а для учителя – современным средством организации новых форм развивающего обучения.

Создание электронного учебника по физике – достаточно кропотливый процесс, но, несмотря на его длительную разработку, он является эффективным средством для организации самостоятельной работы учащихся. При использовании электронного учебника значительно сокращаются затраты времени на подготовку к урокам, усиливается уровень мотивации, ускоряется темп учебных действий.

Основными интерактивными возможностями, которыми обладает разработанный электронный учебник по физике, являются: оглавление с возможностью перехода к избранному разделу, система гиперссылок,

навигация с помощью кнопок перехода, система контроля тестовых заданий. Разработанный электронный учебник должен поддерживать мультимедийные возможности: проигрывание флэш-анимаций, видеофрагментов [1].

При создании электронного учебника значительную роль играет наглядность, которая обеспечивается использованием мультимедийных технологий: анимации, звукового сопровождения, гиперссылок и разнообразием тестовых заданий. Электронный учебник позволяет все задания и тесты давать в интерактивном и обучающем режиме. При неверном ответе в отчете можно давать верный ответ с пояснением.

Для обеспечения многофункциональности при использовании и в зависимости от целей разработки электронные учебники могут иметь различную структуру.

Например, для использования на уроках можно создавать электронный учебник, поддерживающий школьную программу по физике, и учебный материал подавать согласно имеющемуся тематическому планированию. Но данный электронный учебник, в отличие от традиционного, будет включать в себя, кроме теории школьной программы, дополнительный материал, справочный материал, раздел, который включает в себя видео и анимации по темам, презентации к урокам и многое другое.

Для создания электронного учебника необходимо руководствоваться следующими этапами [2]:

1. Определение целей и задач разработки.
2. Разработка структуры электронного учебника.
3. Разработка содержания по разделам и темам учебника.
4. Реализация.
5. Аprobация.
6. Корректировка содержания электронного учебника по результатам апробации.

Разработка материалов курса физики для использования интерактивных технологий при обучении подталкивает учителя к повышению собственного уровня. Ведь приходится изучать основы дизайна, необходимые для нормального восприятия учащимся учебного материала на экране компьютера. Использование инновационных технологий при обучении к тому же требует от учителя компьютерной грамотности, навыков работы с компьютерной техникой на более высоком уровне. В какой-то степени можно утверждать, что применение инновационных технологий при обучении заставляет человека жить в будущем – в информационном обществе.

Таким образом, электронный учебник как средство применения инновационных технологий при обучении входит в комплекс программно-педагогических и телекоммуникационных средств обучения и должен содержать интерактивные модели, комплексное обеспечение методической поддержки, поиск информации и обзор ресурсов в Интернет.

**Выводы.** Компьютеризация учебного процесса привела к возникновению принципиально нового вида наглядности – виртуальной. Её самые важные отличия – это мультимедийный характер представления учебного материала, обеспечивающий синтез практически всех источников информации, интерактивность как обязательное свойство компьютерного учебного материала, изменяющая дидактическую цель использования виртуальной наглядности, сочетание индивидуальной и групповой деятельности в работе с компьютером, способствующее организации активного обсуждения вопросов в реальном времени, формирующее практику ведения дискуссии.

Разработка и внедрение электронного учебника по физике – яркое подтверждение того, что принцип наглядности при использовании электронного учебника занимает одно из главных преимуществ по предмету «физика».

При подготовке к занятиям учащимся интересно и увлекательно готовиться к занятиям, используя электронный учебник. Это связано с тем, что учебник включает в себя контрольно-тестирующие материалы, которые позволяют ученику проверить свои знания самостоятельно. В данном учебнике имеется дополнительный материал, направленный на развитие в ребенке интереса к предмету и показывающий практическое применение знаний, полученных на уроке.

#### **Список основных источников**

1. Красильникова, В. А. Становление и развитие компьютерных технологий обучения / В. А. Красильникова. – М. : ИИО РАО, 2002. – 168 с.
2. Колесникова, О. В. Электронный учебник как средство информатизации общества / О. В. Колесникова // Вестник Псковского государственного университета. – 2010. – № 10. – С. 62–67.
3. Тыщенко, О. Б. Новое средство компьютерного обучения – электронный учебник / О. Б. Тыщенко // Компьютер в учебном процессе. – 1999. – № 10. – С. 89–92.
4. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И. Г. Захарова. – 6-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. – 192 с.

**Vladimir Savenko, Anna Shishova, Maxim Okunev**

#### **ELECTRONIC TEXTBOOKS ON PHYSICS AS A NECESSARY COMPOSITION IN THE TRAINING PROCESS**

*Summary.* In this article the concept of an electronic textbook is disclosed, the stages of building an electronic textbook, and its role in the general educational process are indicated.

**Keywords:** electronic textbook, information technology.

Е. И. Сафанков, А. И. Гридюшко

## ЭЛЕКТРОННЫЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СРЕДСТВО РЕАЛИЗАЦИИ ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

*В представленной статье рассматриваются особенности построения электронного учебно-методического комплекса для информационного обеспечения дисциплины «Строительные машины и оборудование».*

**Ключевые слова:** электронный учебно-методический комплекс, тестирование, рейтинг, программный комплекс, специалист.

**Введение.** Ориентация учебного процесса на самостоятельную работу студентов и повышение ее эффективности предполагает создание нового поколения учебно-методических комплексов, основанных на современных информационных технологиях и позволяющих применять в образовании инновационные методы обучения.

В настоящее время основными информационными ресурсами вуза становятся электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК) по различным дисциплинам. Электронный учебно-методический комплекс – программный мультимедиа продукт учебного назначения, обеспечивающий непрерывность и полноту дидактического цикла процесса обучения и содержащий организационные и систематизированные теоретические, практические, контролирующие материалы, построенные на принципах интерактивности, информационной открытости, дистанционности и формализованности процедур оценки знаний.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Разработка структуры и содержания ЭУМК проводится на основании анализа модели специалиста, требований Образовательного стандарта, учебного плана и рабочей программы. При этом следует уделять особое внимание подбору и представлению материала таким образом, чтобы он отражал реальные ситуации, область приложения представленных знаний в будущей профессиональной деятельности. Основным средством структуризации содержания любого материала является меню, которое отражает основные разделы ЭУМК и имеет столько уровней вложенности, сколько их идет в логике самой работы. В разработанном нами ЭУМК по строительным машинам и механизмам меню состоит из 7 основных блоков: нормативный, методический, теоретический, лабораторный практикум, информационный, демонстрационный и блок контроля (рисунок 1).

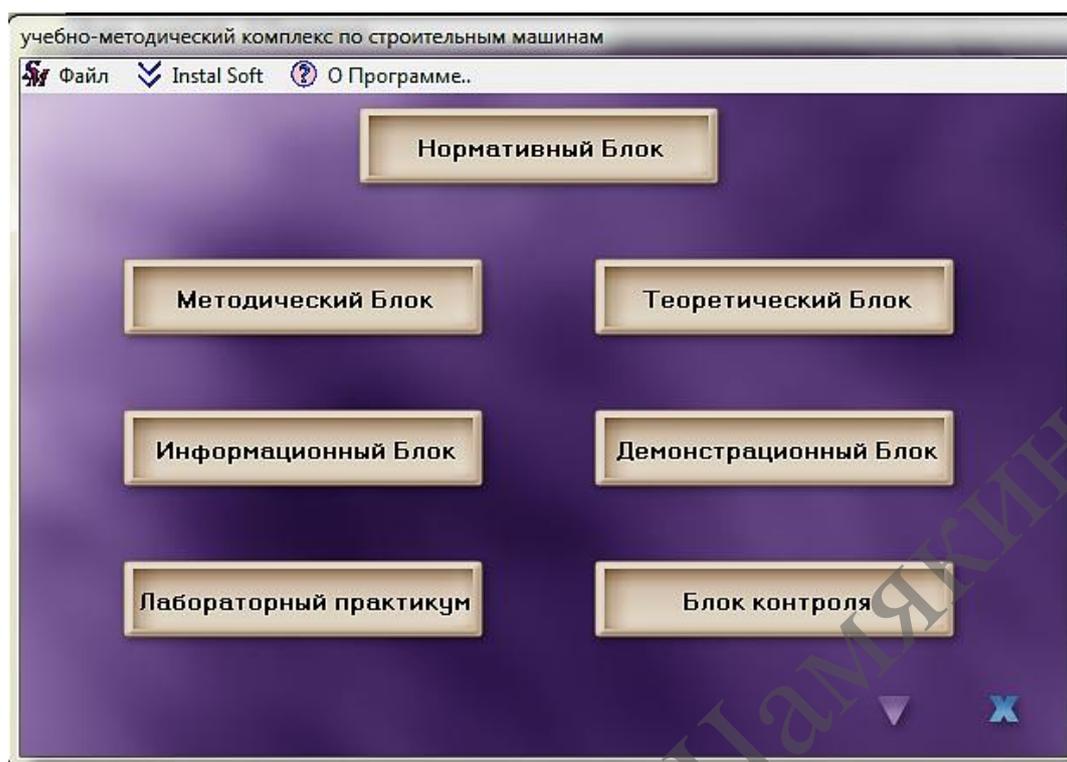


Рисунок 1. – Меню ЭУМК

В структуру комплекса вложены учебный план и рабочая программа дисциплины, соответствующая требованиям Образовательного стандарта и учитывающая специфику подготовки студентов по данной специальности.

Методический блок представлен рекомендациями по изучению курса дисциплины, проведению практических и лабораторных занятий, заданиями для самостоятельной работы и методическими указаниями по выполнению курсовой работы, а также компьютерными обучающими программами и др.

Теоретический блок содержит материал для изучения учебной дисциплины в объеме, установленном учебным планом по специальности, и представлен в виде конспекта лекций. Лекционный курс является теоретической основой для получения базовых знаний и формирования технического мышления у будущих педагогов-инженеров.

Содержание курса направлено на подготовку специалиста строительного профиля, который должен знать принципы работы, область применения, технико-экономические и эксплуатационные показатели строительных машин, а также их рациональное использование для выполнения заданных технологических процессов. Электронные конспекты могут использоваться на этапе закрепления, повторения и систематизации учебного материала.

Лабораторный практикум включает материалы для проведения лабораторно-практических занятий в соответствии с учебной программой дисциплины.

Информационный и демонстрационный блоки содержат глоссарий курса, учебные видеофильмы, дополнительные информационные ресурсы (словари, справочники, периодические и отраслевые издания, ссылки на базы данных, сайты, сетевые ресурсы и т. п.).

Контрольный блок. Неотъемлемым элементом в структуре ЭУМК является научно обоснованный и рационально организованный контроль за учебно-познавательной деятельностью обучающихся. Одним из наиболее прогрессивных принципов оценивания знаний учащихся является взвешенное суммирование оценок при формировании показателя успешности учебной деятельности студента, что явилось основой для разработки и внедрения в педагогическую практику модульно-рейтинговой системы оценки знаний [1]. Данная технология оценивания достижений студентов представляет собой проектирование и реализацию на практике контрольно-оценочной деятельности, которая основывается на распределении предметного материала по диагностическим модулям и взаимодействует с ними. В основе контрольно-оценочной деятельности лежит конструирование комплекса тестов и тестовых заданий разных уровней сложности, осуществление контроля и оценки успешности обучения на основе рейтинга.

С этой целью нами разработан педагогический программный комплекс «CVR\_MSPU», который учитывает современные требования к проведению контроля и позволяет автоматизировать процесс подготовки и проведения тестирования по модульно-рейтинговой технологии с использованием всех дидактических средств представления учебной информации на базе гипермедийных и мультимедийных технологий.

Программный комплекс «CVR\_MSPU» разработан на объектно-ориентированном языке программирования Delphi с использованием баз данных MS Access Java, что позволяет ему функционировать на всех современных платформах и операционных системах [2].

Наличие удобного интерфейса и подробного руководства пользователя, делает освоение системы легким и доступным для преподавателя и студентов.

Данный комплекс включает в себя три основных компонента (программы):

1. *TestCreator* – программа для создания и редактирования тестов.
2. *TestViewer* – программа для прохождения тестов.
3. *ResultManager* – программа для редактирования информации о студентах и мониторинга их результатов.

Все три программы используют рабочую директорию (находится на сервере по пути из файла *settings.cfg*), в которой хранятся базы данных (БД) с вопросами, база с результатами и файлы конфигурации (рисунок 2).

Программный комплекс «CVR\_MSPU» может использоваться для проведения самоконтроля студентов и с этой целью он встроен в блок

контроля «ЭУМК». В автономном автоматизированном режиме комплекс работает для реализации модульно-рейтинговой системы контроля знаний студентов. Он обеспечивает индивидуальность тестирования студентов через их личные пароли. После чего каждый студент получает доступ ко всей открытой для него информации: к различным формам контроля и результатам тестирования и др.

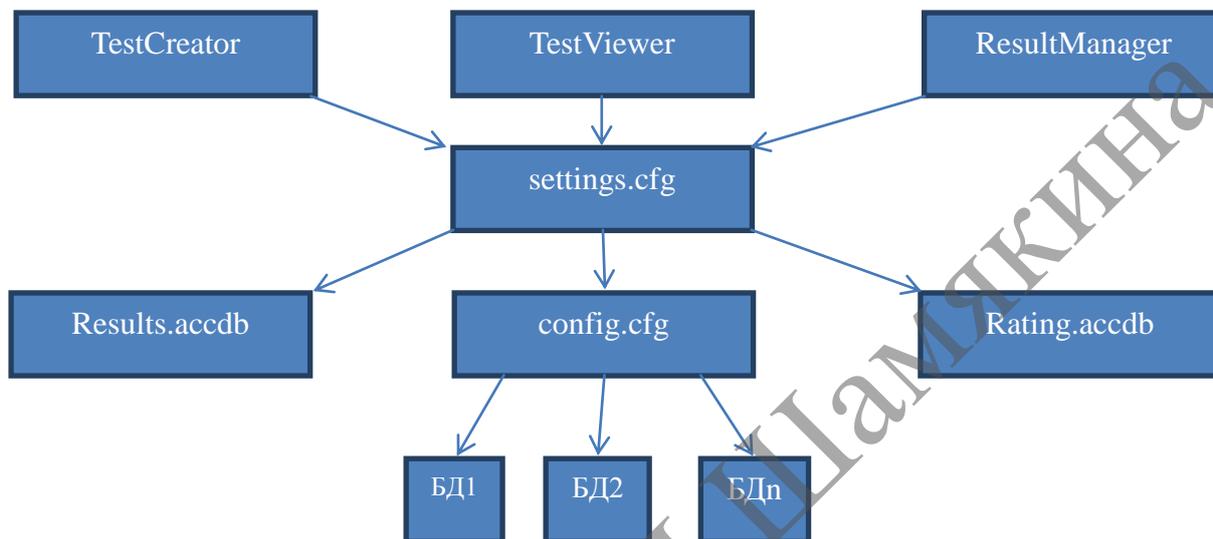


Рисунок 2. – Структурная схема программного комплекса

В целом компьютерная программа ЭУМК имеет вид оболочки, созданной при помощи программы «AutoRun Pro» на ПК. Подготовка и редактирование изображений для программы осуществлялась в растровом графическом редакторе Adobe Photoshop.

Модуль самоконтроля ведет учет результатов тестирования, которые доступны пользователю в log-файле директории тестов модуля. Программа для быстрого и удобного создания и актуализации тестов, находится вне программы ЭУМК.

**Выводы.** В ЭУМК важную роль играют связи между документами, внесенными в базу программы. В связи с этим преимущественно используются файлы приложений Microsoft Office, т. к. эти приложения имеют развитую систему связи между документами. Мы можем переходить по ссылкам с одного документа в другой, минуя процедуру поиска какого-нибудь материала.

Для работы программы необходимы следующие системные требования: ОС Windows XP, Vista, 7. На операционной системе должен быть установлен пакет Microsoft Office 2007 и выше, аудио- и видеопроигрыватель с Codec Pack.

Таким образом, разработанный электронный учебно-методический комплекс содержит всю необходимую структурированную информацию по

учебному курсу, обеспечивающую реализацию дидактических задач для профессиональной подготовки специалистов.

#### Список основных источников

1. Управление учебной деятельностью на основе модульно-рейтинговой технологии: пособие / авт.-сост.: А. И. Гридюшко, Е. И. Сафанков. – Мозырь : УО МГПУ им. И. П. Шамякина, 2010. – 53 с.
2. Фаронов, В. В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня : учебник для вузов / В. В. Фаронов. – СПб. : Лидер, 2010. – 640 с.

**Yauheni Safankou, Anatoli Hrydziushka**

### **ELECTRONIC EDUCATIONAL-METHODICAL COMPLEX AS MEANS FOR REALIZATION OF PERSONALITY ORIENTED EDUCATION OF STUDENTS**

*Summary.* The article deals with the features of construction of electronic educational-methodical complex for information support of the discipline "Construction Machinery and Equipment".

**Keywords:** electronic educational-methodical complex, testing, rating, software package specialist.

УДК 004.5

**Н. В. Сергиевич**

### **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИНТЕРФЕЙСА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ «MASTERTEST»**

*В статье на примере программного комплекса «MasterTest» рассматривается применение автоматизированных систем тестирования решений задач в образовательном процессе высшей и средней школы при изучении алгоритмизации и программирования.*

**Ключевые слова:** программирование, автоматизированная система тестирования, образовательный процесс, интерфейс.

**Введение.** Любое веб-приложение, по сути, является программным комплексом: любой отдельно взятый его компонент не представляет большой ценности, поскольку выполнять поставленные задачи он может лишь при содействии остальных модулей системы [1], [4]. Среди компонентов типичного веб-приложения можно выделить следующие.

1. *Веб-сервер*, который является платформой, позволяющей объединить все остальные составные части комплекса [2].

2. *Программа для формирования ответа*. Она может быть написана практически на любом языке программирования с учетом того, что различные языки предоставляют различную функциональность и обеспечивают различную скорость исполнения [3].

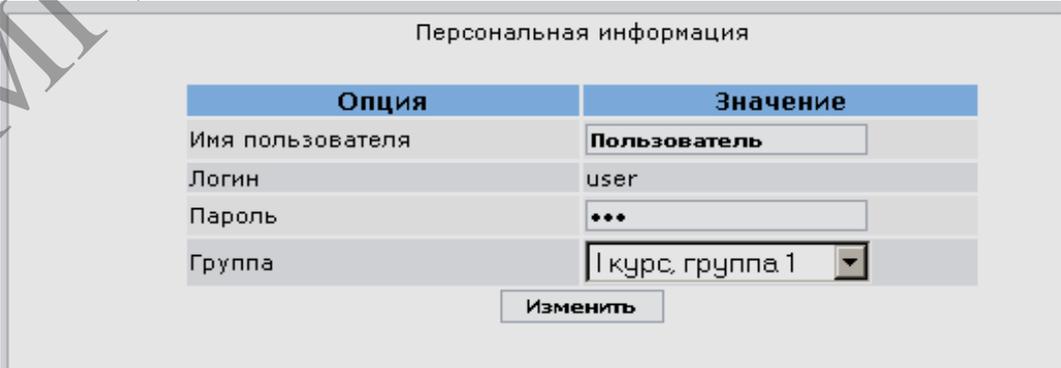
3. *Система управления базами данных (СУБД)*. Используется для хранения необходимой информации, которая может быть модифицирована и извлечена программой формирования ответа. СУБД позволяет также решить проблему одновременного доступа к информации многих пользователей. Кроме того, в нашем случае она используется еще и в качестве буфера при обмене данными между веб-приложением и автоматизированной системой тестирования.

Автоматизированная система тестирования «MasterTest» реализована по технологии CGI [1; 4]. Это дает возможность использовать ее с помощью практически любого браузера с поддержкой технологий JavaScript, CSS, Cookie.

**Материалы исследования и их анализ.** Для полноценной работы в системе пользователь должен пройти авторизацию на сайте. Очевидно, что авторизация доступна только зарегистрированным пользователям, поэтому при необходимости можно зарегистрироваться на сайте системы. Пройдя авторизацию, пользователь может приступить к работе в системе. В частности, после входа в систему в меню сайта появляются новые пункты «Курсы» и «Выход», кроме того, блок «Вход в систему» заменяется на «Инфо пользователя».

Пункт «Выход» служит для выхода из системы. Если не производить данного действия, то любой человек, который будет использовать этот компьютер позднее, сможет работать в АСТ под текущей учётной записью.

С помощью секции «Инфо пользователя» пользователь может изменить настройки своей учётной записи: имя, пароль, группу. Для этого требуется перейти по ссылке в данном блоке (рисунок 1).



Опция	Значение
Имя пользователя	Пользователь
Логин	user
Пароль	...
Группа	1 курс, группа 1

Изменить

Рисунок 1. – Страница с персональной информацией об учётной записи пользователя

Пункт «Курсы» позволяет пользователю работать с курсами задач системы, доступными для подписки в АСТ. После перехода по данной ссылке в центральной части страницы пользователь видит таблицу, содержащую перечень курсов, к которым он подписан, а также ссылку «Список курсов», позволяющую изменить подписку (рисунок 2).

Курсы >>

Список курсов				
Название	Комментарии	Начало	Окончание	Участников
<a href="#">Курс для начинающих</a>	...	Нет	Нет	183
<a href="#">Курс для начинающих-2</a>	Продолжение	Нет	Нет	33
<a href="#">Курс для начинающих-3</a>	Продолжение-3	Нет	Нет	18
<a href="#">Тренировка 1К</a>		16:10 05.04.2007	18:10 05.04.2007	6
<a href="#">OL: ACM - 2005, Минск, 1/4 финал</a>	Задачи 1/4 финала командного чемпионата мира по программированию	00:00 00.01.1900	00:00 00.01.1900	6
<a href="#">OL: ACM - 2007, Минск, 1/4 финал</a>	Задачи 1/4 финала командного чемпионата мира по программированию	14:00 01.11.2007	17:00 01.11.2007	5
<a href="#">OL: Allrussian School-2003</a>	Всероссийская олимпиада школьников (Санкт-Петербург, 2003 год)	Нет	Нет	7
<a href="#">OL: БелГУТ-2005, осень</a>	Открытая олимпиада вуза	00:00 00.01.1900	00:00 00.01.1900	6

Рисунок 2. – Список курсов пользователя

В таблице содержится информация о курсе: название, комментарии, время начала и окончания курса, количество подписчиков [3], [4]. Для курсов, не ограниченных по времени проведения, в ячейках «Начало» и «Окончание» указывается значение «Нет». Решения в таком курсе принимаются на проверку в любое время. В противном случае решения пользователей принимаются только в указанный интервал времени.

Если пользователь хочет изменить список курсов, он должен пройти по ссылке «Список курсов», после чего он сможет выбрать новые курсы, отметив названия нужных курсов галочкой, либо отписаться от прежних курсов, сняв соответствующие отметки. Для сохранения требуется нажать кнопку «Выбрать» (рисунок 3).

Для начала работы с курсом нужно нажать его название в списке курсов.

Страница курса (рисунок 4) содержит четыре подраздела: «Информация», «Задачи», «Результаты», «Протокол».

В разделе «Информация» отображаются вспомогательные справочные материалы, которые автор задач добавил к курсу.

В разделе «Задачи» (см. рисунок 4) содержится список задач, содержащихся в курсе. Здесь же указывается дополнительная информация

о задачах: имена входных и выходных файлов, максимальное время исполнения программы на одном тесте (в секундах).



Рисунок 3. – Изменение списка курсов



Рисунок 4. – Страница курса

После нажатия на название задачи пользователь попадает на страницу, содержащую условие задачи (рисунок 5). Помимо просмотра условия, здесь также можно отправить свое решение данной задачи на сервер для проверки. При этом необходимо выбрать файл с решением, указать компилятор языка, на котором написан код программы, и нажать кнопку «Отослать».

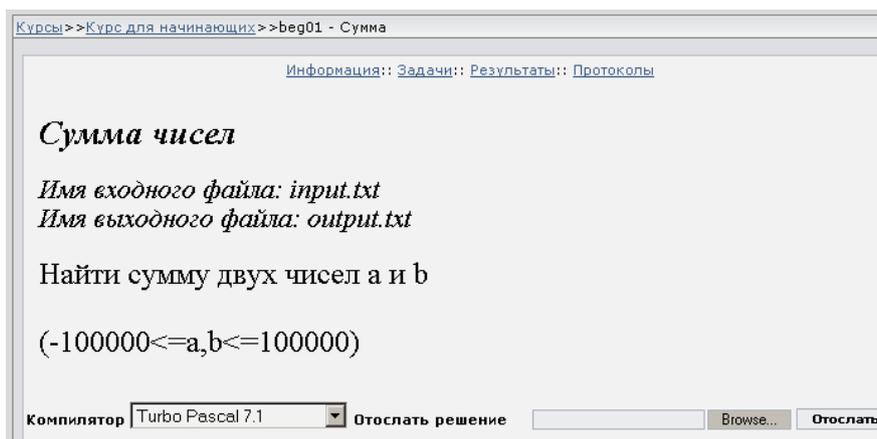


Рисунок 5. – Страница задачи

После этого осуществляется автоматический переход на страницу «Протоколы» (рисунок 6).

Статус	Задача	Время	Сообщение
	beg01 - Сумма	16:45 17.05.2008	Ожидает тестирования...
	beg02 - Клетки	09:40 22.05.2007	Набрано 100.00 баллов
	beg01 - Сумма	09:39 22.05.2007	Ошибка компиляции...
	beg01 - Сумма	09:38 22.05.2007	Набрано 100.00 баллов
	beg01 - Сумма	09:34 22.05.2007	Набрано 100.00 баллов
	beg01 - Сумма	09:34 22.05.2007	Набрано 100.00 баллов
	beg01 - Сумма	09:32 22.05.2007	Ошибка компиляции...
	beg01 - Сумма	09:32 22.05.2007	Ошибка компиляции...
	beg01 - Сумма	09:30 22.05.2007	Ошибка компиляции...
	beg02 - Клетки	09:14 01.11.2006	Набрано 100.00 баллов
	beg01 - Сумма	12:59 24.03.2006	Набрано 70.59 баллов
	beg01 - Сумма	12:58 24.03.2006	Набрано 100.00 баллов

Рисунок 6. – Протоколы тестирования решений пользователя

Эта страница содержит протоколы тестирования всех отправленных пользователем решений задач данного курса. В таблице для каждого тестирования указано название задачи, время сдачи, а также результат проверки. Для большей наглядности результат тестирования продублирован соответствующими пиктограммами:

- – решение находится в очереди и ожидает тестирования;
- – решение тестируется;
- – принято, пройдены все тесты;
- – не принято, пройдены не все тесты.

Пользователь может получить и более подробную информацию о результатах тестирования, нажав на текст сообщения (рисунок 7). На открывшейся странице приводятся результаты проверки решения по каждому из тестов, а также (если это разрешено администратором) для просмотра доступны ссылки на содержимое этих тестов, просмотреть которое можно, нажав на номер теста в соответствующей колонке.

Статус	Задача	Время	Сообщение
✓	всг02 - Клетки	09:40 22.05.2007	Набрано 100.00 баллов

Тест	Результат
1	Принято
2	Принято
3	Принято
4	Принято
5	Принято
6	Принято
7	Принято
8	Принято
9	Принято

Рисунок 7. – Просмотр подробной информации о тестировании задачи

Перейдя на страницу «Результаты», пользователь может сравнить результаты решений задач курса с показателями других пользователей (рисунок 8). Таблица результатов, так называемый «монитор соревнований», – в зависимости от настроек курса может отображать либо количественное соотношение решенных пользователями задач, либо процентное.

№	Участник	Всего	Штраф	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Гарбар М	16	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Егорова Ирина	16	0	+	3	+	5	+	2	+	1	+	1	+	4	+	1	+	+
3	Велесницкий Василий	16	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Вафек Дмитрий	16	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Кулицкий Александр	16	0	+	1	+	2	+	2	+	11	+	1	+	1	+	5	+	3
6	Акулич Николай	12	0	+	1	+	1	+	5	+	1	+	2	+	2	+	1	+	3
7	Сизенок Ольга	12	0	+	8	+	3	+	3	+	1	+	1	+	5	+	4	+	3
8	Борздухо Григорий	12	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Якушевич Евгений	12	0	+	2	+	1	+	1	+	1	+	2	+	+	+	4	+	2
10	Клименко Андрей	12	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Лешкевич Виталий	12	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	Чубатюк Григорий	12	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Марченко Эдуард	12	888	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	Савич Марина	11	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	Эмушко Дмитрий	11	0	+	7	+	10	+	30	+	55	+	20	+	4	+	27	+	+
16	Дубина Владимир	11	0	+	2	+	4	+	1	+	3	+	+	+	+	+	2	+	+
17	Свиридов Алексей	11	0	+	2	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	Мовчан Алексей	11	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Рисунок 8. – Таблица результатов

Пользователь может быстро перейти к нужной задаче, нажав по её номеру в заголовке таблицы. Стоит отметить, что таблица формируется в режиме реального времени, поэтому все изменения результатов сразу же отображаются после обновления страницы.

**Выводы.** Интерфейс автоматизированной системы тестирования решений задач по программированию «MasterTest», благодаря своей лаконичности, простоте и функциональности, предоставляет пользователю необходимый набор средств самостоятельной работы по изучению алгоритмизации и программирования, позволяя сосредоточиться непосредственно на учебной деятельности; позволяет проводить на базе системы разнообразные учебные мероприятия, включая лабораторные, контрольные, проверочные, домашние работы, олимпиады различного уровня.

### Список основных источников

1. Сергиевич, Н. В. Автоматизация проверки решений задач по программированию / Н. В. Сергиевич, М. И. Полоз // Сборник работ преподавателей физико-математического факультета. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2011. – С. 201–208.

2. Хокинс, С. Администрирование Web-сервера Apache и руководство по электронной коммерции / С. Хокинс. – Киев : Вильямс, 2001. – 336 с.

3. Java–2. Библиотека профессионала : в 2 т. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2007. – Т. II : Тонкости программирования. – 7-е изд., пер. с англ. – 1168 с.

4. Сергиевич, Н. В. Веб-интерфейс автоматизированной системы тестирования «MasterTest» / Н. В. Сергиевич, М. И. Полоз // Инновационные технологии обучения физико-математическим дисциплинам : материалы VI Междунар. науч.-практ. Интернет-конф., 25–28 марта 2014 г., г. Мозырь / редкол.: В. В. Валетов (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2014. – С. 202–205.

5. Лопато, В. М. О разработке автоматизированной системы тестирования / В. М. Лопато // Инновации-2004 : материалы XI Респ. студ. науч.-практ. конф., 22 апр. 2004 г., Мозырь : в 2 ч. – Мозырь : МГПУ, 2004. – Ч. 1. – С. 89.

6. Лещенко, В. В. О подходе к реализации тестирующего модуля в автоматизированной системе тестирования / В. В. Лещенко // Инновации-2004 : материалы XI Респ. студ. науч.-практ. конф., 22 апр. 2004 г., Мозырь : в 2 ч. – Мозырь : МГПУ, 2004. – Ч. 1. – С. 89.

**Nikolay Serhiyevich**

### ABOUT FEATURES OF INTERFACE OF AUTOMATED TESTING SYSTEM «MASTERTEST»

*Summary.* The author describes Software Complex «MasterTest». Much attention is paid to automated systems for testing and revealing of problems in

*the educational process at higher and secondary schools while studying Algorithmization and Programming.*

**Keywords:** programming, automated testing system, educational process, interface.

УДК 535.42

**В. В. Шепелевич, А. В. Макаревич**

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ  
КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ СВЕТОВОЙ  
ВОЛНЫ ОТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ И ТОЛЩИНЫ  
КРИСТАЛЛА  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$**

*Выполнены экспериментальные исследования зависимости коэффициента усиления предметной световой волны при двухволновом взаимодействии от ориентационного угла и толщины кубического фоторефрактивного оптически активного кристалла  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$  с использованием только одного кристаллического образца среза  $(\bar{1}\bar{1}0)$  толщины 16 мм. Показано, что полученные экспериментальные результаты могут быть удовлетворительно теоретически интерпретированы только с учетом обратного пьезоэлектрического и фотоупругого эффектов в дополнение к традиционно рассматриваемому электрооптическому эффекту.*

**Ключевые слова:** фоторефрактивный кристалл, кристаллический образец, оптическая активность, электрооптический эффект, обратный пьезоэлектрический эффект, фотоупругость, коэффициент усиления, трапециевидная геометрия, кристалл BGO

**Введение.** В настоящее время фоторефрактивные кристаллы силленитов  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$  (BSO),  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$  (BGO) и  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  (BTO) нашли применение во многих голографических приложениях, которые представлены, например, в [1–3], что обусловлено полезными оптическими свойствами и качествами кристаллов данного типа. Однако часто в таких работах для формирования голографических решеток используются только такие пространственные ориентации кристаллов, при которых вектор голографической решетки  $\vec{K}$  параллелен или перпендикулярен кристаллографическому направлению [001]. Как известно, в этих случаях при теоретических расчетах вкладом в выходные характеристики голограмм (коэффициент усиления предметной световой волны и дифракционную эффективность голограммы) обратного пьезоэлектрического эффекта и фотоупругости (далее сокращенно «пьезоэффект») можно пренебречь [4], [5].

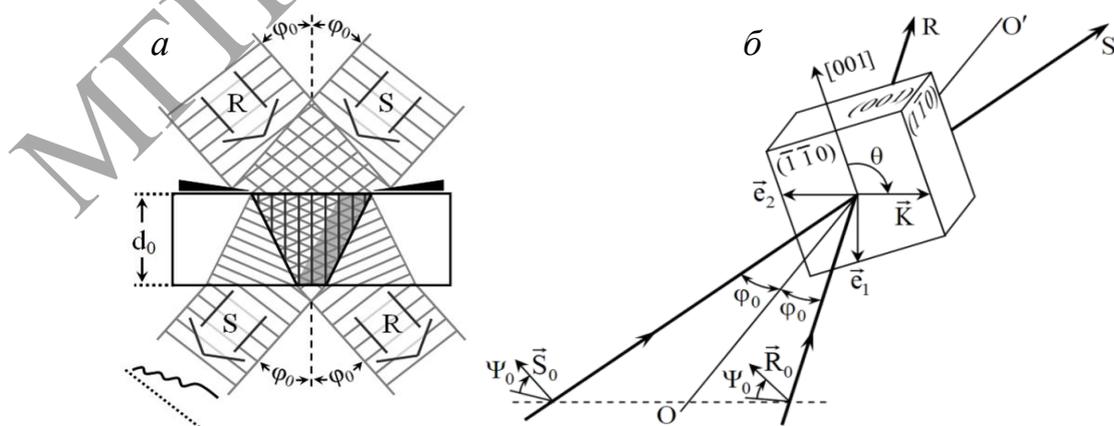
В настоящей работе при изучении зависимости коэффициента усиления предметной световой волны от толщины кристалла BGO мы рассмотрели его пространственные ориентации, отличные от указанных

выше, и установили, что в этих случаях полученные экспериментальные данные могут быть удовлетворительно теоретически интерпретированы только при дополнительном учете пьезоэффекта.

**Методика проведения эксперимента.** Для проведения экспериментальных исследований по изучению зависимости коэффициента усиления предметной световой волны от ориентационного угла и толщины кристалла BGO использовалась трапециевидная геометрия пересечения в кристалле опорного и предметного световых пучков, которая была предложена в работах [6–8] для аналогичных исследований силленитов. Однако в этих работах опять же рассматривались только такие пространственные ориентации кристаллов, при которых  $\vec{K} \parallel [001]$  и  $\vec{K} \perp [001]$ , что позволило исключить пьезоэффект из теоретических расчетов.

Общий принцип использования этой геометрии поясняется на рисунке 1а, из которого видно, что при падении на кристалл опорного R и предметного S световых пучков под углом  $\varphi_0$  и при прохождении ими прямоугольной диафрагмы (обозначена черными клиньями перед кристаллом) в нем формируется голографическая решетка в форме равнобокой трапеции. При этом в светлой области голограммы пересечение пучков осуществляется при различных значениях эффективной толщины кристалла  $d$ , принадлежащей интервалу  $0 < d \leq d_0$ , а в затемненной при фиксированной толщине кристалла  $d_0$ . Очевидно, что при таком подходе, используя только один кристаллический образец, можно получить зависимость коэффициента усиления предметной световой волны от толщины кристалла. При этом описание алгоритма обработки получаемых экспериментальных данных можно найти в [7].

Ориентация использованного в эксперименте кристалла BGO среза  $(\bar{1}\bar{1}0)$  толщины  $d_0 = 16$  мм относительно плоскости распространения световых пучков R и S с векторами напряженности электрического поля  $\vec{R}_0$  и  $\vec{S}_0$ , связанной с рабочей системой координат с осями  $\vec{e}_1$ ,  $\vec{e}_2$  и  $\vec{e}_3$ , представлена на рисунке 1б.



**а** – трапециевидная геометрия пересечения в кристалле световых пучков;  
**б** – ориентация кристалла относительно плоскости распространения световых пучков  
**Рисунок 1.** – Взаимодействие световых пучков в кристалле BGO

Угол пространственной ориентации кристалла  $\theta$  отсчитывался от кристаллографического направления  $[001]$  к вектору голографической решетки  $\vec{K}$ . При изменении  $\theta$  кристалл проворачивался относительно оси  $OO'$  с шагом  $\Delta\theta = 10^\circ$ . Направление отсчета азимута линейной поляризации световых пучков  $\Psi_0$  также представлено на фрагменте  $\bar{b}$  рисунка 1.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные экспериментальные и теоретические (с учетом пьезоэффекта) результаты по изучению зависимости коэффициента усиления предметной световой волны  $\gamma$  от ориентационного угла  $\theta$  и толщины  $d$  кристалла BGO для значений  $\Psi_0$ , равных  $0, 45^\circ, 90^\circ$  и  $135^\circ$  представлены на рисунке 2.

Из рисунка 2 видно, что полученные с учетом пьезоэффекта теоретические поверхности  $\gamma(\theta, d)$  удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными. При этом следует отметить, что пренебрежение пьезоэффектом ведет к качественному и количественному различию теории с экспериментом.

При проведении экспериментальных исследований использовался гелий-неоновый лазер ЛГН-207А с относительно малой мощностью, равной  $1.5 \text{ mW}$ . Отношение интенсивностей предметного и опорного световых пучков до вхождения в кристалл  $I_S^0 / I_R^0$  было приблизительно равно  $1/4$ . Угол Брэгга  $\varphi_0$  вне кристалла составлял  $15^\circ$ . Время  $\tau$  записи голограммы в кристалле было приблизительно равно  $30 \text{ с}$ .

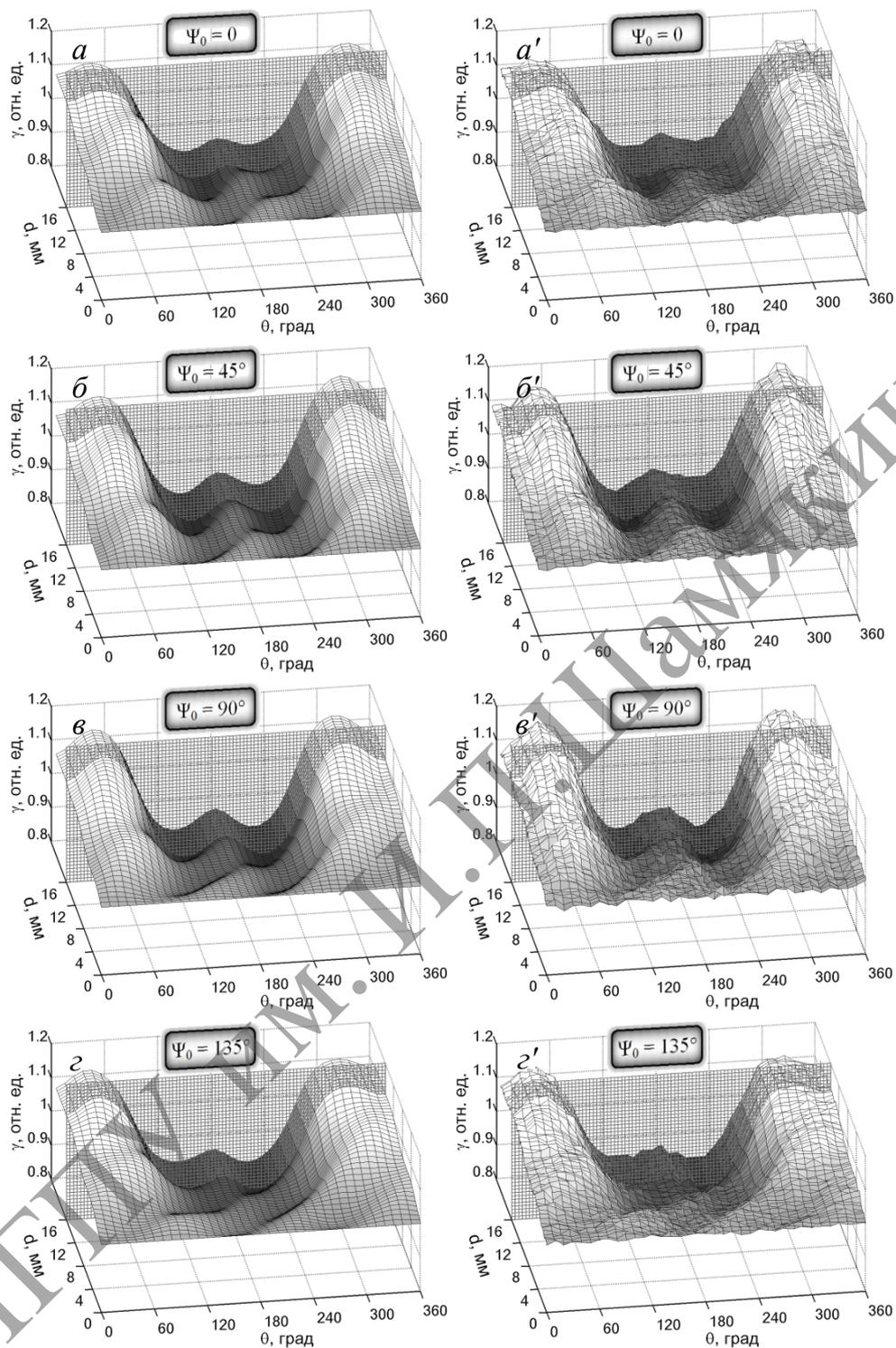
В теоретических расчетах использовались следующие параметры кристалла BGO: удельное вращение плоскости поляризации  $\rho = 363 \text{ рад/м}$ ; показатель преломления  $n = 2.54$ ; электрооптический коэффициент  $r_{41} = -3.4 \cdot 10^{-12} \text{ м/В}$ ; коэффициенты упругости  $c_1 = 12.8 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ ,  $c_2 = 3.05 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ ,  $c_3 = 2.55 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ ; пьезоэлектрический коэффициент  $e_{14} = 0.99 \text{ Кл/м}^2$ ; фотоупругие постоянные  $p_1 = -0.136$ ,  $p_2 = -0.103$ ,  $p_3 = -0.091$ ,  $p_4 = -0.0134$ .

Коэффициент усиления предметной световой волны  $\gamma$  определялся как

$$\gamma = \frac{I_S(\theta)}{I_S^0(\theta)},$$

где  $I_S^0(\theta)$  – интенсивность светового пучка  $S$  на выходе из кристалла без голографической решетки (в отсутствие пучка  $R$ ), а  $I_S(\theta)$  – интенсивность этого же пучка на выходе из кристалла, но при наличии голографической решетки (в присутствии пучка  $R$ ).

Сечение поверхностей  $\gamma(\theta, d)$ , представленных на рисунке 2, плоскостями  $d = \text{const}$  позволяет получить зависимости  $\gamma(\theta)$ , которые показаны на рисунке 3, например, для  $d = 4 \text{ мм}$  (фрагменты  $a, \bar{b}, \bar{v}$  и  $\bar{z}$ ) и  $d = 16 \text{ мм}$  (фрагменты  $a', \bar{b}', \bar{v}'$  и  $\bar{z}'$ ).

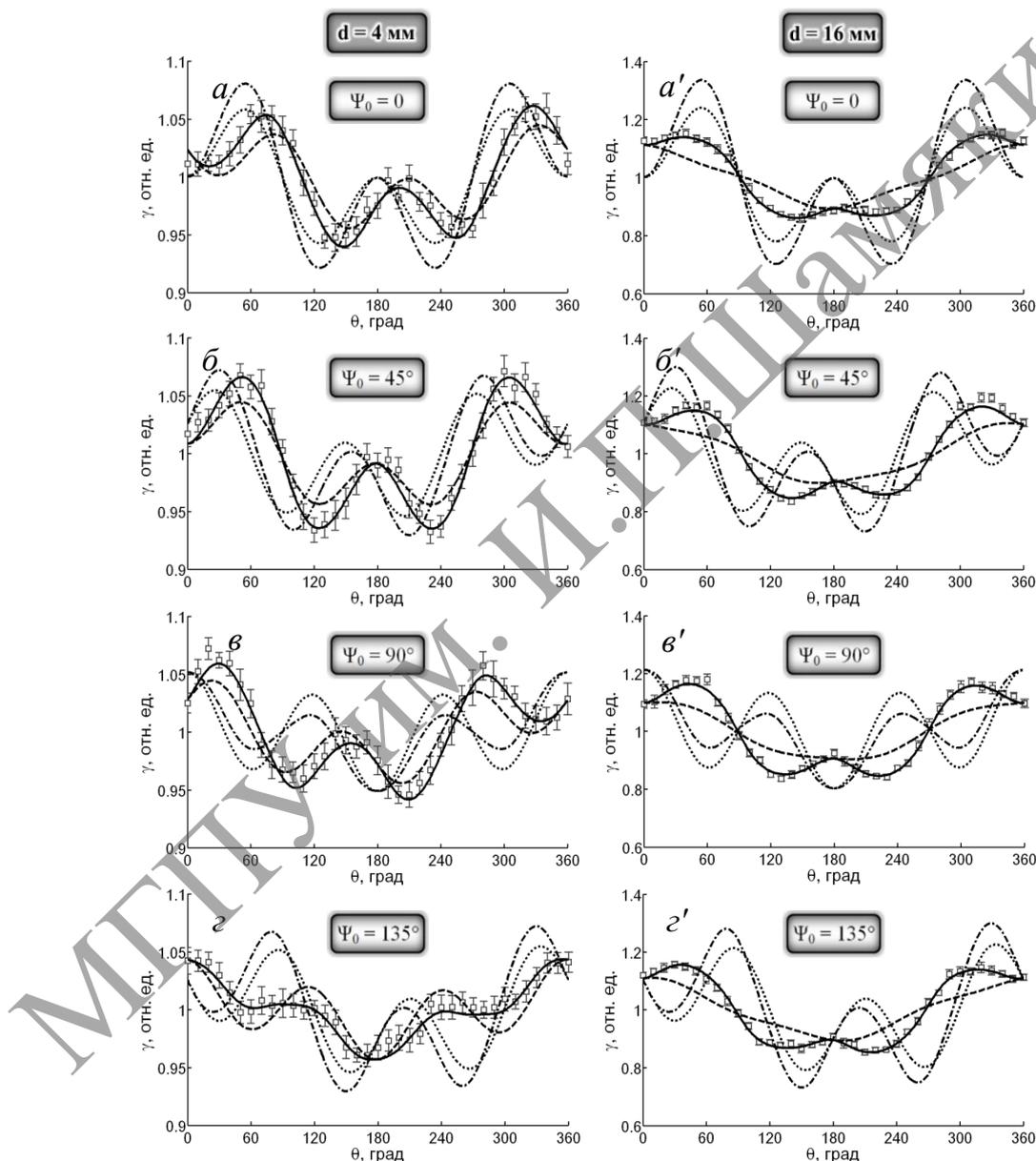


**$a, б, в, г$  – теория;  $a', б', в', г'$  – эксперимент**  
**Рисунок 2. – Поверхности  $\gamma(\theta, \rho)$  для различных значений  $\Psi_0$**

Данные результаты убедительно демонстрируют необходимость учета пьезоэффекта при теоретическом описании взаимодействия световых волн в этом представителе силленитов. Кроме того, из рисунка 3 также следует, что «выключение» оптической активности ведёт к большему проявлению перекачки энергии из одного пучка в другой в широком диапазоне ориентационных углов кристалла.

При этом следует отметить, что существенное увеличение значения  $\gamma$  может быть достигнуто за счет уменьшения отношения интенсивностей  $I_S^0 / I_R^0$  пучков R и S, однако решение такой задачи в рамках настоящей работы не рассматривалось.

Расчет доверительных интервалов экспериментальных данных, представленных на рисунке 3, проводился при значении доверительной вероятности, равном 0.95. Также для графиков, расположенных на этом рисунке слева и справа, выбиралась различная градуировка осей ординат для более детального отражения полученных результатов.



пунктирная линия – теория при  $\epsilon_{14} = 0$  и  $\rho = 0$ ; штрихпунктирная линия – теория при  $\epsilon_{14} \neq 0$  и  $\rho = 0$ ; пунктирная линия – теория при  $\epsilon_{14} = 0$  и  $\rho \neq 0$ ; пунктирная линия – теория при  $\epsilon_{14} \neq 0$  и  $\rho \neq 0$ ;  $\square$  – экспериментальные данные  
 Рисунок 3. – Зависимости  $\gamma(\theta)$  при различных значениях  $d$  и  $\Psi_0$

**Закключение.** Таким образом, анализируя представленные выше теоретические и экспериментальные данные, можно сделать вывод о том, что удовлетворительное соответствие теории и экспериментальных результатов по исследованию коэффициента усиления  $\gamma$  предметной световой волны в кристалле ВГО при двухволновом взаимодействии возможно только при одновременном учете электрооптического, обратного пьезоэлектрического и фотоупругого эффектов, а также оптической активности кристалла. При этом проведение экспериментальных исследований зависимости коэффициента  $\gamma$  от ориентационного угла и толщины кристалла дает информацию об указанных параметрах кристаллического образца, при которых достигаются локальные максимумы перекачки энергии из одного пучка в другой, а также позволяет выявить правильность выбранной теоретической теории для предсказания положения таких максимумов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (задание 1.2.01 Государственной программы научных исследований «Фотоника, опто- и микроэлектроника»).

#### **Список основных источников**

1. Петров, М. П. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике / М. П. Петров, С. И. Степанов, А. В. Хоменко. – СПб. : Наука. С.-Петербургское отд-ние, 1992. – 320 с.
2. Gesualdi, M. R. R. Light-induced lens analysis in photorefractive crystals employing phase-shifting real-time holographic interferometry / M. R. R. Gesualdi, M. Muramatsu, E. A. Barbosa // Opt. comm. – 2008. – Vol. 281, № 23. – P. 5739–5744. •
3. Photorefractive digital holographic microscopy applied in microstructures analysis / I. V. Brito [et al.] // Opt. Comm. – 2013. – Vol. 286, № 1. – P. 103–110.
4. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах / С. М. Шандаров [и др.]. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 242 с.
5. Шепелевич, В. В. Голография в фоторефрактивных оптически активных кристаллах / В. В. Шепелевич. – Минск : Изд. центр БГУ, 2012. – 254 с.
6. Dynamic holography with none plane waves in sillenites / E. Shamonina [et al.] // Opt. Quant. Electron. – 1996. – Vol. 28, № 1. – P. 25–42.
7. Investigation of two-wave mixing in arbitrary oriented sillenite crystals / E. Shamonina [et al.] // Appl. Phys. B. – 1997. – Vol. 64, № 1. – P. 49–56.
8. Optical activity in photorefractive  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  / E. Shamonina [et al.] // Opt. Comm. – 1998. – Vol. 146, № 1–6. – P. 62–68.

Vasiliy Shepelevich, Aleksandr Makarevich

**EXPERIMENTAL STUDY OF DEPENDENCE OF OBJECT LIGHT  
WAVE GAIN ON THE SPATIAL ORIENTATION AND THICKNESS  
OF  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$  CRYSTAL**

*Summary.* Experimental studies of the dependence of object light wave gain at two-wave interaction on the orientation angle and thickness of cubic photorefractive optically active crystal  $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$  were performed using only one  $(\bar{1}\bar{1}0)$ -cut crystal sample of 16 mm thick. It is shown that the obtained experimental results can be satisfactorily theoretically interpreted taking into account the inverse piezoelectric and the photo-elastic effects in addition to the traditionally considered electro-optical effect.

**Keywords:** photorefractive crystal, crystal sample, optical activity, electro-optic effect, inverse piezoelectric effect, photoelasticity, gain, trapezoidal geometry, BGO crystal.

УДК 337.138 (075)

С. Н. Щур, Э. Е. Гречанников

**АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
УЧАЩИХСЯ В ХОДЕ УРОКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
ОБУЧЕНИЯ**

*В работе обосновывается целесообразность создания условий для активизации учебной деятельности на уроках производственного обучения путем создания побуждающей к творчеству обстановки учебного процесса, включения в содержание и структуру урока разнообразных методов, приемов и форм.*

**Ключевые слова.** Производственное обучение, активность учащихся, мастер производственного обучения, творческая деятельность, урок.

**Введение.** Необходимость активизации деятельности учащихся в ходе урока производственного обучения продиктована реализацией одного из основных принципов дидактики – сознательности и активности в обучении.

Проблема активизации познавательной деятельности учащихся относится к наиболее актуальным в методике производственного обучения. Действующие инженерно-педагогические работники ведут поиск современных путей и средств активизации учебно-производственной деятельности с

помощью традиционных и нетрадиционных форм и методов проведения занятий [1, с. 4].

Одной из форм активизации познавательной деятельности учащихся является предложение заданий с элементами самостоятельности в принятии решений, выборе способов работы, что непосредственно стимулирует их деятельность, позволяет повысить уровень подготовки. Таким образом, работа мастера производственного обучения на уроке воплощается в творческом применении различных активных методов, приемов и средств обучения, использовании современного инновационного педагогического и производственного опыта [5, с. 51].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В педагогической практике накоплен определенный опыт использования различных способов (методов, приемов и средств) активизации познавательной деятельности учащихся. Но часто они применяются бессистемно, хотя стимулирование познавательной деятельности учащихся необходимо на всех этапах обучения [3, с. 21].

В этой связи при планировании уроков мастеру для эффективной организации построения учебной деятельности на уроке целесообразно:

- ознакомиться с содержанием учебного материала, выделить основные идеи, понятия, законы, которые должны быть усвоены учащимися в соответствии с поставленными задачами и программой обучения;
- учесть объективные условия организации учебной деятельности;
- продумать организационное построение урока, выбрать формы организации учебной работы учащихся на уроке (фронтальная, групповая, индивидуальная) в соответствии с поставленными задачами на различных этапах его организации;
- выбрать методы обучения (их разновидности и сочетание);
- определить содержание и объемы домашней работы для закрепления изученного материала.

Производственная инициатива и творчество позволяют учащимся в процессе профессиональной самостоятельной деятельности овладевать умениями и навыками без помощи мастера либо преимущественно без нее, ориентироваться во всех требованиях, предъявляемых к работе, а мастеру – планировать трудовой процесс, организовывать выполнение производственного задания, контролировать результаты своего труда, предупреждать и устранять недостатки.

При активном участии учащихся в учебно-производственной деятельности происходит осознание ими своих потенциальных возможностей, познание своих резервов, способностей самоуправления, саморегуляции психического состояния и поведения.

Самопознание, в свою очередь, нередко становится стимулом к изменению отношения к учебе и самообразованию. Мотивированный творческий подход к учебе, стремление к самовоспитанию на основе анализа своих

действий, успешного выполнения заданий или преодоление сложностей, возникших при их выполнении, способности осознавать усваиваемые явления, дают возможность учащимся объективно оценивать и реализовывать свой потенциал посредством профессиональных способов деятельности.

В частности, предпосылкой для развития способности самостоятельно решать комплексные учебно-производственные задания является ознакомление учащихся с задачами, требующими таких условий, при которых мастер предложил бы самостоятельно составить схемы технологического процесса, усовершенствования использования приспособлений, наметил путь поиска поломок машин и механизмов, инструмента и вспомогательного оборудования, применяемого учащимся при выполнении производственных задач, а также причин отклонения от норм и требований качества продукции, способов экономии энергии или материалов.

В результате такой деятельности, направленной на организацию и совершенствование учебного процесса, возникает потребность учащихся в освоении нового и неизвестного, в восполнении знаний, умений и навыков, развитии творческих способностей.

Технология творческого задания основана на использовании проблемного метода, элементы которого состоят из: комплексного планирования целей и задач обучения, выбора оптимальных способов выполнения учебно-производственных заданий, развития познавательных способностей, осмысления нового материала, применения полученных знаний в нестандартных ситуациях [2, 14].

Творческое мышление, с одной стороны, опирается на общий уровень профессиональной подготовленности на определенном этапе обучения, с другой – требует своего дальнейшего совершенствования и развития при освоении более сложных видов деятельности на основе специализированных знаний, умений и навыков, необходимых для осуществления видов деятельности повышенной сложности. Так, при организации производственного обучения мастер развивает у учащихся стремление к творческому поиску путем постановки задачи по разработке или усовершенствованию технологии работы и способов организации труда в конкретной ситуации, исходя из заданного уровня сложности.

При таком подходе мыслительная деятельность учащихся носит поисковый характер, что пробуждает интерес к профессиональной деятельности и процессу формирования новых знаний, умений и навыков. Важно на начальном этапе обучения ставить учащихся в ситуации, в которых им приходится использовать имеющиеся теоретические знания в практической деятельности, что предполагает осмысление и детализацию каждой операции и приема при выполнении конкретного задания. При этом предполагается, что в процессе воспитания творческого отношения к труду мастер не оставляет без внимания предложения учащихся по совершенствованию производственной деятельности как оригинального и творческого процесса.

Эффективно организованный педагогический процесс с использованием опережающих методик обучения способствует активному отношению учащихся к учебно-поисковой деятельности, выработке высокопроизводительных способов труда при производственной деятельности, воспитывает настойчивость в достижении поставленной цели, развивает творческие способности.

С целью выявления эффективных педагогических средств формирования у учащихся мотивации к учебе, интереса к профессии целесообразно выявлять мотивы, побуждающие к творческой трудовой деятельности на каждом этапе обучения. Активным в учебно-производственной деятельности будет учащийся, осознавший потребность в знаниях, мотивированный на организацию деятельности по усвоению учебного материала, умеющий сопоставлять цели и задачи, способы и последовательность этапов их реализации.

Мотивация труда представляет собой систему целей и потребностей, которые побуждают учащихся совершенствовать свои профессиональные знания и мастерство, сознательно относиться к труду и его результатам. В мотивации труда выражается степень связи интересов личности с интересами общества.

Интерес выступает как важная личностная характеристика учащихся, с одной стороны, и как интегральный профессионально-познавательный регулятор их отношения к учению и труду – с другой. Воспитание интереса предполагает не только формирование его компонентов, но и периодическое диагностирование уровня его целостного развития.

Анализ формирования активного творческого отношения к труду позволяет сделать вывод, что это сложный процесс, являющийся составной частью длительного систематического комплексного воздействия на обучаемого в учебном процессе на протяжении всей подготовки к профессии в учебном заведении и максимально учитывающий его индивидуальные особенности, что может быть достигнуто соблюдением следующих условий:

- коллективное обсуждение с учащимися технологии изготовления объектов труда, ознакомление с инструментом и оборудованием и необходимыми приспособлениями, что способствует развитию профессионально-познавательных интересов и мотивирует на самостоятельное выполнение задания;

- поэтапное повышение уровня сложности заданий, способствующее возникновению противоречия между имеющимися знаниями и умениями учащихся и необходимостью овладения новыми;

- включение инновационных решений при выполнении работ, что стимулирует трудовую активность и развитие творческих способностей учащихся. В этой связи всегда важно обращать внимание учащихся на

прогрессивные знания, умения и навыки, которые могут быть приобретены в процессе участия в учебно-производственной деятельности.

Организация учебно-познавательной деятельности предполагает наличие методического обеспечения творческого характера для каждого этапа процесса подготовки специалиста, к которому можно отнести:

- разработку мастером инструкционных карт с неполными данными;
- разработку производственных ситуаций и карточек-заданий по их решению с несколькими вариантами;
- обеспечение работ наглядными пособиями с элементами современных подходов и технологий;
- разработка алгоритма деятельности по разрешению учебных ситуаций на уроке производственного обучения для получения конкретной квалификации;
- разработка структуры организации урока с учетом особенности подведения итогов, оценивания деятельности каждого учащегося.

Деятельность учащихся на уроке активизируется в процессе выполнения следующих действий:

- изучение отраслевой научно-технической информации и подготовка тематических либо исследовательских рефератов;
- разработка и изготовление технической документации, предложений по усовершенствованию технологической оснастки;
- участие в технических конференциях, семинарах и других формах мероприятий познавательного характера;
- разработка предложений по модернизации оборудования учебных мастерских;
- участие в создании учебно-наглядных материалов для организации учебно-производственного процесса, элементов и модулей компьютерных программ, совершенствовании методик трудовой деятельности.

Значительные возможности активизации деятельности учащихся заложены в привлечении их к анализу инструкционно-технологической документации, проработке различных вариантов технологических процессов, к выбору в процессе работы над заданием наиболее, по их мнению, рациональных способов достижения результата.

К активным методам с полным основанием можно отнести проблемное обучение, сущность которого заключается в противоречии между сложившейся производственной ситуацией и имеющимся набором знаний, умений и навыков учащихся. Такие ситуации создаются, как правило, на реальном материале производственного обучения и могут реализовываться следующими способами:

- постановка учащихся перед необходимостью практического использования знаний и умений в новых, в нетипичных для них условиях;
- вскрытие противоречий между теоретически возможным путем решения задачи и практической неосуществимостью или нецелесообразностью этого способа деятельности;

– постановка учащихся перед необходимостью выбора эффективного и рационального решения из ряда им известных;

– постановка учащихся в ситуации осознания того, что имеющихся у них знаний и умений недостаточно для решения поставленной задачи (элементы опережающего обучения).

Как пример активизации деятельности учащихся на уроке производственного обучения мастер на вводном инструктаже доводит до обучаемых подробный план и демонстрирует образец разработки технологического процесса, в котором фиксируются все детали, производственные операции, отдельные приёмы деятельности, используемые инструменты, приспособления, режимы и способы выполнения, что, безусловно, стимулирует развитие инициативы и самостоятельности учащихся на уроке.

Далее, на более позднем этапе производственного обучения мастер может переходить к такой форме инструктажа, в которой некоторые этапы технологического процесса, которые методически обоснованы, заранее не достаточно подробно раскрыты, потребуют от учащихся самостоятельных сопоставлений имеющихся у них знаний, умений и навыков, а также проработки различных вариантов решения поставленной производственной задачи. Лишь после того, как учащиеся освоят недостающие для разрешения возникшей проблемы знания, умения и навыки, мастер может предложить учащимся разработать несколько возможных вариантов решения ранее поставленной производственной задачи.

На последнем этапе производственного обучения мастер может предложить учащимся широкий спектр как для творческого совершенствования реализации технологического процесса, так и возможности использовать разнообразное оборудование и технологическую оснастку и приспособления.

**Выводы.** Обобщая вышеизложенные методические подходы по активизации деятельности учащихся, можно предложить для действующих работников системы профессионально-технического образования следующие рекомендации, которые, на наш взгляд, позволят повысить эффективность учебно-производственной деятельности:

– создание условий для самостоятельного определения учащимися цели познавательной деятельности;

– включение в работу каждого учащегося, при этом не упуская из поля зрения работы всей группы;

– развитие у учащихся стремления и способности анализировать свою деятельность, побуждение к самоконтролю, самостоятельному выявлению ошибок и отклонений от заданных условий работы, а также создание условий, при которых учащиеся сами осознают причины допущенных ошибок и предложат способ их устранения и предупреждения при выполнении типовых операций;

– при возникновении типовых ошибок у группы учащихся рекомендуется оказание им помощи путем повторного показа и объяснения

трудовых приемов, использование практики прикрепления менее успевающих к успешно усвоившим производственные действия;

– принципиальность и строгость в требованиях к выполнению учащимися правил организации труда, рабочего места, безопасности выполнения учебно-производственной деятельности.

Повысить эффективность учебно-производственной деятельности в значительной степени позволяет применение комплексных наглядных средств обучения. При этом рационализируется использование учебного времени, обеспечивается изложение сложного динамического учебного материала, показа трудовых процессов, что позволяет сократить время на передачу информации, быстро и прочно усвоить материал, увеличив одновременно продолжительность активной работы учащихся на уроке [4, 72].

Наглядные средства обучения расширяют границы опыта и наблюдений учащихся, открывают возможности для более глубокого понимания основных законов развития производственных отношений, активизации процесса обучения и его тесной связи с практикой, для организации разнообразной самостоятельной работы на уроке.

Обладая высокой степенью информативности, наглядные средства обучения дают возможность организовывать передачу информации на уровне, соответствующем подготовленности данной категории учащихся.

Применение наглядных средств обучения на уроке позволяет мастеру:

- раскрыть сущность изучаемых объектов, явлений и процессов;
- наиболее полно реализовать в процессе обучения основные принципы дидактики;
- эффективно организовать учебно-познавательную деятельность учащихся на всех этапах урока по усвоению знаний, умений и навыков;
- установить внешнюю и внутреннюю обратные связи, на основании которых можно осуществлять корректировку процесса обучения.

Современные наглядные технические средства обучения способствуют повышению интереса к производственному обучению и обеспечивает:

1. Приобретение глубоких и прочных профессиональных знаний, умений и навыков. Формирование у учащихся активного подхода к выполнению учебно-производственных работ. Овладев профессиональными умениями в процессе активной учебно-познавательной деятельности в учебном заведении, будущий специалист с первых шагов самостоятельной работы будет проявлять ее и в дальнейшем, участвуя в совершенствовании техники, технологии и организации труда.

2. Формирование положительных черт личности учащегося: трудолюбия, коллективных форм взаимодействия, требовательности к проектированию и организации предстоящей деятельности, сознательность выполнения работы, творческое отношение к труду и др.

Сознательность выполнения работы позволит сформировать умение применять теоретические знания для решения практических задач. Творческое отношение к труду – способность вносить в процесс выполнения работ с элементами новизны, видения решения проблемы на основе современных прогрессивных методик и форм организации учебно-производственной деятельности, оригинальности, совершенствования организации труда, трудовых приемов, инструментов, приспособлений, стремления и способности к техническому изобретательству и рационализаторству.

Эти качества, на наш взгляд, будут способствовать созданию микроклимата учебно-трудового соперничества в учебно-производственном процессе, что позволит быстро и качественно выполнять задания различного уровня сложности, включая в этот процесс всех обучающихся, в том числе и менее успевающих на данном этапе подготовки.

3. Производственную самостоятельность: умение выбрать наиболее оптимальные способы учебно-производственных работ, рационализировать процесс их выполнения, осуществлять рациональный самоконтроль этапов и конечного итога работы.

4. Культуру труда: соблюдение технологической дисциплины и требований технической эстетики, умение рационально использовать рабочее время, эргономично организовывать и поддерживать рабочее место в соответствии с требованиями научной организации труда.

#### **Список основных источников**

1. Канаш, М. И. Активизация познавательной деятельности учащихся на уроках производственного обучения : метод. рекомендации (в помощь мастеру производственного обучения) / М. И. Канаш. – Минск : РИПО, 2002. – 38 с.: ил.

2. Методика производственного обучения : учеб.-метод. пособие / Л. Л. Молчан [и др.]. – Минск : РИПО, 2010. – 192 с.

3. Молчан, Л. Л. Производственное обучение в начальной профессиональной школе / Л. Л. Молчан, А. Х. Шкляр. – Минск : РИПО, 1998. – 67 с.

4. Электронное средство обучения как инновационное направление в системе подготовки будущих педагогов-инженеров (на примере изучения дисциплины «Методика производственного обучения») / С. Н. Щур [и др.] // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І. П. Шамякіна. – 2011. – № 1 (30). – С. 70–79.

5. Щур, С. Н. Активизация деятельности учащихся на уроках производственного обучения / С. Н. Щур, Э. Е. Гречанников // Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців : матеріали Міжнародної науково-практичної інтенет-конференції 03–04 квітня 2016 року : збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця : ВНТУ. 2016. – С. 49–53.

**Sergey Shchur, Eduard Grechannikov**

**ACTIVATION OF STUDENTS' COGNITIVE ACTIVITY  
IN THE LESSON OF INDUSTRIAL TRAINING**

***Summary.** The work is devoted to expediency of creative conditions used with the aim to activate pupils' learning activities in the lesson of Industrial Training by means of creation of educational environment that encourages pupils, including various methods, techniques and forms in the content and structure of the lesson.*

***Keywords:** industrial training, pupils' activity, master of industrial training, creativity, lesson.*

МГПУ ИМ. И.П.ШАМЯКИНА

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Астрейко Е. С., Дворак С. Л.</b> Из опыта работы по организации, подготовке и проведению научно-методических семинаров .....	3
<b>Астрейко Е. С.</b> Разработка структурных элементов электронного учебно-методического комплекса по учебной дисциплине «История физики».....	8
<b>Бабак Е. А., Гуцко Н. В.</b> Разработка технологической карты раздела «Элементы комбинаторики» .....	16
<b>Бакланенко Л. Н., Дубодел В. П., Бакланенко А. В.</b> Исследование стабильности эмульсий, полученных на основе нефтешлама .....	23
<b>Бондаренко А. А., Голуб А. А.</b> Электронное сопровождение дисциплины «Компьютерные сети» .....	28
<b>Голозубов А. Л.</b> Термодинамическая модель процессов в тонкопленочном покрытии и приповерхностной области подложки при действии высоких температур .....	31
<b>Докучаева Н. Н.</b> Уровень образованности трудовых ресурсов как фактор стабильности экономики .....	37
<b>Ефремова М. И., Игнатович С. В.</b> Тестирование при изучении математических дисциплин в рамках компетентного подхода .....	42
<b>Зерница Д. А.</b> Особенности организации учебного процесса с использованием рабочей тетради (на примере темы «Производство стали») .....	52
<b>Зубрицкий М. И.</b> Водорастворимые смазочно-охлаждающие жидкости на мыльно-силикатной основе .....	60
<b>Карпинская Т. В.</b> Проблемы формирования профессиональных компетенций педагога-инженера .....	67
<b>Ковальчук И. Н., Акуленко С. А.</b> Электронные средства обучения математике на второй ступени общего среднего образования.....	74
<b>Кулак Г. В., Крох Г. В., Николаенко Т. В.</b> Акустооптическое взаимодействие частично поляризованных полихроматических световых пучков в кристаллах парателлурита.....	79
<b>Лешкевич М. Л., Некрасова Г. Н.</b> Обучение технологическим основам выполнения ажурной резьбы по древесине .....	86
<b>Мельник М. В.</b> Электронный справочник статей и автоматизация расчета режимов ручной дуговой сварки .....	92
<b>Некрасова Г. Н., Кузьменков М. И., Лешкевич М. Л., Драбович М. М.</b> Физико-химическое исследование доломита месторождения «Гралево».....	103
<b>Овсюк Е. М., Коральков А. Д., Ивашкевич А. В., Бабак Е. А.</b> Анализ уравнения для частицы со спином 1 в кулоновском поле .....	109
<b>Равуцкая Ж. И.</b> Формирование профессиональной компетентности будущего учителя физики на основе использования графического метода решения задач.....	116
<b>Савенко В. С., Гуненко А. В.</b> Влияние импульсов тока на микроструктуру нержавеющей стали при непрерывной деформации .....	121
<b>Савенко В. С., Гуненко А. В.</b> Электронно-пластическая деформация металлов в условиях статистической нагрузки .....	126

<b>Савенко В. С., Шишова А. И., Окунев М. Ю.</b> Электронный учебник по физике как необходимая составляющая в учебном процессе .....	130
<b>Сафанков Е. И., Гридюшко А. И.</b> Электронные учебно-методические комплексы как средство реализации личностно-ориентированного обучения студентов.....	134
<b>Сергиевич Н. В.</b> Об особенностях интерфейса автоматизированной системы тестирования «Mastertest».....	138
<b>Шепелевич В. В., Макаревич А. В.</b> Экспериментальное изучение зависимости коэффициента усиления предметной световой волны от пространственной ориентации и толщины кристалла $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ .....	145
<b>Щур С. Н., Гречанников Э. Е.</b> Активизация познавательной деятельности учащихся в ходе урока производственного обучения .....	151

МГТУ им. И.П.Шамякина

*Научное издание*

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  
И ОБРАЗОВАНИЕ:  
ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

PHYSICS AND TECHNOLOGY SCIENCES  
AND EDUCATION:  
PROBLEMS, INNOVATIONS, PERSPECTIVES

Сборник научных статей

Proceedings

Корректор *Л. В. Журавская*  
Оригинал-макет *Е. В. Юницкая*

Подписано в печать 21.07.2017. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.  
Ризография. Усл. печ. л. 9,42. Уч.-изд. л. 11,23. Тираж 30 экз. Заказ 18.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Учреждение образования «Мозырский государственный  
педагогический университет имени И. П. Шамякина».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий N 1/306 от 22 апреля 2014 г.  
Ул. Студенческая, 28, 247777, Мозырь, Гомельская обл. Тел. (8-0236) 32-46-29.