



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный университет
имени С. А. Есенина»

Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве

Материалы
II Всероссийской научно-практической конференции,
26–27 марта 2020 года

Рязань 2020

УДК 53
ББК 22.3
А43

Рецензенты:

Е. В. Мамонтов, д-р физ.-мат. наук, проф.
(Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина);
А. Е. Айзензон, д-р пед. наук, проф.
(Рязанский государственный университет
имени С. А. Есенина)

Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве : материалы II Всерос. науч.-практ. конф., 26–27 марта 2020 года / под ред. В. А. Степанова, О. В. Кузнецовой. — Электрон. текстовые дан. (1 файл : 4,6 МВ). — Рязань : Ряз. гос. ун-т имени С. А. Есенина, 2020. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). — Систем. требования : IBM / PC ; Windows XP и выше ; 256 МВ RAM ; свободное место на HDD 25 МВ ; Acrobat Reader 3.0 или старше. — Загл. с экрана.

В материалах сборника II Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве», состоявшейся 26–27 марта 2020 года на физико-математическом факультете Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина, рассматриваются современные проблемы физического, технического и технологического образования в общем, среднем профессиональном и высшем образовании, актуальные направления физики и технологии в области науки и производства, современные проблемы преподавания естествознания и астрономии в средней и высшей школе, информационные технологии в обучении физике, технологии и астрономии в средней и высшей школе, актуальные вопросы подготовки инженерных и педагогических кадров.

Адресовано преподавателям, учителям, аспирантам, магистрам и студентам.

физика; астрономия; естествознание; технология; производство; методика обучения; информационные технологии

ISBN 978-5-907266-32-2 (вып. 1)
ISBN 978-5-907266-31-5

© Под ред. Степанова В. А., Кузнецовой О. В., 2020
Федеральное государственное бюджетное
© образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный университет
имени С. А. Есенина», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----------|
| РАЗДЕЛ 1 | |
| СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОГО И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ | 7 |
| <i>Белоусов А. А.</i> | |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ | 7 |
| <i>Бражников М. А.</i> | |
| ТЕКСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ВСЕРОССИЙСКОЙ ПРОВЕРОЧНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ В 11 КЛАССЕ..... | 9 |
| <i>Буш А. Ф.</i> | |
| ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ ФИЗИКЕ | 12 |
| <i>Дубицкая Л. В., Дубицкая И. О.</i> | |
| К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» | 14 |
| <i>Ермакова Т. И., Трухина Е. А.</i> | |
| ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ | 17 |
| <i>Желеева А. В.</i> | |
| О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ИНФОРМАЦИИ КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ К ИЗУЧЕНИЮ ФИЗИКИ | 20 |
| <i>Зверева И. М., Казарина Н. Ю., Янин Л. А.</i> | |
| ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАСПАДОВ ЯДЕР В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ: СЕГОДНЯ И ЗАВТРА | 21 |
| <i>Клеветова Т. В.</i> | |
| К ПРОБЛЕМЕ ОСВОЕНИЯ МЕТАПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ УЧАЩИМИСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ..... | 26 |
| <i>Козлова Л. В.</i> | |
| ДИАГРАММА ГЕРЦШПРУНГА — РАССЕЛА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ АСТРОНОМИИ И ЗАДАНИЯХ КИМ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ | 29 |
| <i>Козьмин Е. В., Соковичин В. В.</i> | |
| ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ MATHCAD В КУРСЕ ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ..... | 31 |
| <i>Кокина Н. В.</i> | |
| ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ВУЗЕ..... | 35 |
| <i>Корнилович А. А.</i> | |
| АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ..... | 38 |
| <i>Котовская Е. А.</i> | |
| ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ | 42 |

| | |
|--|----|
| <i>Мишина А. В., Лузикова С. Н., Круткова Е. Ю.</i> ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ КУРСАХ..... | 44 |
| <i>Тинина Е. В.</i> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБЩЕГО И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА» | 47 |
| <i>Федорова В. Н., Фаустов Е. В.</i> ОБ УЧЕБНИКЕ «ФИЗИКА» ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧИЛИЩ И КОЛЛЕДЖЕЙ | 49 |
| <i>Федорова Н. Б., Землякова И. В.</i> ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ | 52 |
| <i>Федорова Н. Б., Смыслов С. Е.</i> ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ | 56 |
| <i>Юркин В. М.</i> МОЛЯРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ИДЕАЛЬНОГО ОДНОАТОМНОГО ГАЗА В ПРОЦЕССАХ С ЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ДАВЛЕНИЯ ОТ ОБЪЕМА | 58 |
| РАЗДЕЛ 2 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЩЕМ, СРЕДНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ И ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ..... | |
| <i>Моос Е. Н., Орлов М. Ю., Степанов В. А., Харитонова Е. Е.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ СРЕДНИХ КЛАССОВ | 61 |
| <i>Петрова Е. Б., Чулкова Г. М.</i> КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНОЛОГИЯ» В ШКОЛЕ?..... | 64 |
| <i>Пташкина Г. М.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В СИСТЕМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ..... | 67 |
| РАЗДЕЛ 3 АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА..... | |
| <i>Биганов А. В., Михалева В. А., Абасов М. А., Фаустова Е. Е., Богачева А. С.</i> МЕХАНИЧЕСКАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ АНИЗОТРОПИЯ КОЖИ ЛИЦА..... | 71 |
| <i>Бугров П. В., Бурмистров Е. Р., Трунина О. Е.</i> КОНТРОЛЬ ТЕКСТУРЫ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КВАДРУПОЛЬНОГО ФИЛЬТРА МАСС | 72 |
| <i>Бугров П. В., Трунина О. Е.</i> УЛУЧШЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ НА МЕТАЛЛЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЯ | 75 |

| | |
|--|------------|
| <i>Бурмистров Е. Р., Афанасова М. М.</i> РАСЧЕТ КВАНТОВОГО ВРЕМЕНИ В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ INAS/ALSB С ОДНОЙ И ДВУМЯ ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОДЗОНАМИ..... | 78 |
| <i>Гончарова А. В., Биганов А. В., Сивохина В. П., Абасов М. А., Кравец В. И.</i> АКУСТОМЕТРИЯ В ОБЛАСТИ ЛИЦА И ШЕИ..... | 80 |
| <i>Дудик О. Р., Нечаева М. В.</i> УПРУГАЯ ФРИКЦИОННАЯ ОПОРНАЯ ЧАСТЬ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ..... | 82 |
| <i>Ермачихин А. В.</i> О ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ И МЕТОДАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, НЕ УПОМИНАЕМЫХ В СТАТЬЯХ..... | 85 |
| <i>Иванов А. И., Трегулов В. В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР С ПЛЕНКАМИ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ В КАЧЕСТВЕ ДЕТЕКТОРОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ..... | 86 |
| <i>Кудюкин А. И.</i> АНАЛИЗ РАСПЫЛЕННЫХ ЧАСТИЦ С ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОДОВ В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАКУУМНЫХ ДУГОГАСИТЕЛЬНЫХ КАМЕР..... | 90 |
| <i>Овчинникова Е. В., Серебряков А. О.</i> ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА: ПЕРСПЕКТИВЫ И СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖИНИРИНГА..... | 92 |
| <i>Паюров А. Я., Кюн В. В., Румянцев Р. С., Степанов В. А., Фёдоров М. А.</i> 3D-ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДНОГО CO ₂ -ЛАЗЕРА ПОПЕРЕЧНЫМ ВЧ-ВОЗБУЖДЕНИЕМ..... | 94 |
| <i>Рыбина Н. В., Алпатов А. В., Рыбин Н. Б.</i> РАСЧЕТ ИНФОРМАЦИОННО-КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ИХ ПОВЕРХНОСТИ..... | 97 |
| <i>Серегин К. Е., Коненков Н. В.</i> АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ВЧ НАПРЯЖЕНИЯ КВАДРУПОЛЬНОГО ФИЛЬТРА МАСС..... | 100 |
| <i>Чернобровкина А. С., Трегулов В. В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНОЙ СТРУКТУРЫ, СФОРМИРОВАННОЙ В ПЛЕНКЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ..... | 103 |
| РАЗДЕЛ 4 | |
| ИНФОРМАЦИОННЫЕ И STEM-ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ, ТЕХНОЛОГИИ И АСТРОНОМИИ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ..... | 107 |
| <i>Кириллова Т. В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ EDUSCRUM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ..... | 107 |
| <i>Киссина Е. М., Лозовенко С. В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ WEB-КВЕСТОВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ..... | 109 |

| | |
|---|-----|
| <i>Тронов И. И., Marián Kireš</i> ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕКЛАССНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РАМКАХ НЕФОРМАЛЬНОГО STEM ОБРАЗОВАНИЯ | 113 |
|---|-----|

РАЗДЕЛ 5

| | |
|---|------------|
| АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ | 117 |
|---|------------|

| | |
|---|-----|
| <i>Афанасова М. М.</i> КУРС ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИИ И ФИЗИКИ | 117 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Королев М. Ю.</i> ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ХИМИЯ» В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ | 121 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Овчинникова Е. В.</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОБЛАСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ | 124 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Яковлева Д. С.</i> ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ BLACKBOARD В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ДЛЯ МАТЕМАТИКОВ | 126 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| <i>Яковлева Д. С.</i> ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ АСТРОНОМИИ В КУРСЕ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» НА ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПОДГОТОВКИ | 129 |
|---|-----|

Раздел 1

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОГО И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

УДК 93:502.2.08

А. А. Белоусов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ

В статье рассмотрены вопросы необходимости моделирования исторических экспериментов на практических занятиях по естествознанию, позволяющих выстроить в понимании обучающихся логику развития науки от построения гипотезы до получения результата в конкретных исторических условиях, что также позволяет сформировать экспериментальные умения.

естествознание; принцип историзма; практические занятия; лабораторный практикум

The article discusses the need for modeling historical experiments in practical studies in natural science, which allow the students to build the logic of the development of science, from building a hypothesis to obtaining results in specific historical conditions, which also allows the formation of experimental skills.

natural science; principle of historicism; practical classes; laboratory practice

В процессе обучения естествознанию используются различные методы и средства активизации мыслительной и познавательной деятельности обучающихся. Однако в методике преподавания естествознания в школе не разработаны подходы, базирующиеся на использовании исторических экспериментов. Под историческим экспериментом следует понимать такой эксперимент, который был организован и поставлен в конкретный исторический момент, в определенный период развития науки, послужил источником для открытия явления и формулирования теории, способствующей дальнейшему развитию науки.

Использование исторического эксперимента в качестве эффективного средства обучения естествознанию обусловлено большим количеством причин, одной из которых является иллюстрация изученных природных явлений. Следует отметить, что использование практических работ на уроках естествознания в старших классах несет высокую методическую ценность: на практических занятиях совместно с другими видами учебных занятий обучающийся способен сформировать единую комплексную систему предметных знаний, а также умений применять эти знания на практике. Применение исторических экспериментов позволяет изучать методологию научного эксперимента от выдвижения гипотез и постановки целей до обработки полученных экспериментальным путем данных и формулирования выводов с параллельным усвоением историко-биографических данных. Процесс преподавания естествознания должен быть построен так, чтобы обучающиеся рассматривали данный предмет не как сборник фактов и истин, а прослеживали весь общественно-исторический путь их получения и доказательства.

Принцип историзма в преподавании естествознания целесообразно использовать на теоретических и практических занятиях с целью формирования целостной естественно-научной картины мира. Должного внимания вопросам применения исторического подхода на практических занятиях по естествознанию в методике ее преподавания не уделялось.

В реализации принципа историзма при обучении естественным предметам можно выделить три подхода, в основе которых имеются свои достоинства и недостатки.

Первый подход представляет собой изложение истории открытий явлений природы, законов в том виде и той последовательности, в которой они были сделаны. Такая линия уместна для теоретического изложения материала, однако ученики могут быть перегружены большим объемом учебного материала, историческими фактами и сведениями.

Второй подход использования принципа историзма связан с проблемой большого количества информации, поэтому требует от обучающихся знания только тех фактов, законов и явлений, которые прочно устоялись в системе научного знания. При использовании такого подхода ученики могут лишиться возможности ознакомиться с методами научного познания, отвечающими за получение новых знаний в науке. Предоставление готовых фактов не позволяет ученикам проявить творческую исследовательскую деятельность, а также может привести к полной утрате интереса к предмету и поиску научной информации.

Третий заключается в практическом подходе: организации и проведении таких практических занятий, которые способствовали бы самостоятельному целеполаганию, поиску необходимой информации, планированию практической работы и ее проведению. Существенным отличием от классических практических работ является то, что данные работы предлагается спланировать таким образом, чтобы ученик смог воссоздать исторические условия проведения эксперимента, доказывающего конкретный факт, явление или закон.

При изучении цикла «Методы научного познания», отображающего этапы развития естествознания, критерии и методы научного познания, необходимо провести практические работы, позволяющие не только провести эксперимент, соответствующий конкретным историческим условиям, но и создать условия для формирования экспериментальных умений и изучения эмпирических методов познания.

Каждая практическая работа требует детальной и предварительной подготовки обучающихся: необходимо изучить условия организации проведения эксперимента в заданных исторических условиях, поставить цель эксперимента, спланировать ход работы и подобрать необходимое оборудование. Затем обучающимся совместно с учителем нужно выбрать оптимальный вариант экспериментальной работы и провести исследование.

Например, при изучении метода научного эксперимента можно провести практическую работу по анализу и переводу алхимических текстов на научный язык. Обучающимся предлагается рецепт философского камня, принадлежащий испанскому мыслителю Раймонду Луллию, а также некоторые пояснения и вопросы к нему: «Чтобы приготовить эликсир мудрецов, или философский камень, возьми, сын мой, философской ртути и накаливай, пока она не превратится в красного льва. Дигерируй этого красного льва на песчаной бане с кислым виноградным спиртом, выпари жидкость, и ртуть превратится в камедообразное вещество, которое можно резать ножом...» [3, с. 16].

Ученики предварительно изучают текст дома, отвечают на вопросы, знакомятся с особенностями алхимической символики, интерпретация которой позволяет развеять мистику и составить практическую работу по получению конкретного продукта через несколько переходных стадий. Далее ученики подбирают необходимое оборудование и реактивы с условием, что реализация составленной работы должна быть максимально приближена к историческим реалиям.

При составлении списка оборудования и реактивов ученики отвечают на вспомогательные вопросы.

1. Как Вы думаете, какие средства потребуются для проведения данной практической работы?

2. Подберите необходимые реактивы и оборудование для проведения данной работы.

3. Каким оборудованием пользовались алхимики?
 4. Какое оборудование можно использовать вместо приборов тех времен?
- Составляется таблица:

| | Алхимический период | Современные аналоги |
|--------------|---------------------|---------------------|
| Оборудование | | |
| Реактивы | | |

Затем составляется план проведения эксперимента. На уроке необходимо обсудить составленный план с одноклассниками и учителем, чтобы выбрать наиболее оптимальную методику. Проводится эксперимент и оформляется отчет, в котором фиксируются особенности проведения экспериментальной работы алхимиков, трудности, с которыми была сопряжена работа, а также химические процессы, отображающие свойства веществ.

Таким образом, моделирование конкретных исторических экспериментов на уроках естествознания позволяет обучающимся выступать в роли ученых, проходящих весь этап получения научных знаний от изучения теоретической информации по данному вопросу через целеполагание и планирование до реализации и получения экспериментальных результатов и их адекватной оценки. Данный подход позволяет активизировать познавательную, мыслительную деятельность учеников, сформировать экспериментальные умения, а также выстроить весь процесс получения научного знания.

Список использованной литературы

1. Одинцова Н. И., Королев М. Ю., Петрова Е. Б. [и др.]. Методика обучения естествознанию: 10 класс. — М. : Л-Журнал, 2016. — С. 124.
2. Петрова Е. Б. Использование различных видов учебного эксперимента при обучении естествознанию. — М. : Физика в школе, 2016. — № 3. — С. 141–145.
3. Рабинович И. П. Алхимия как феномен средневековой культуры. — М. : Наука, 1979. — С. 16–20.
4. Ярцев А. В. Моделирование в естествознании на примере проекта «Прототип ГСЗ». — М. : Физика в школе, 2018. — № 2. — С. 304–305.

Сведения об авторе

Белусов Андрей Александрович — учитель химии, астрономии и естествознания ГБОУ «Школа № 51» (Москва).

УДК 371.263:53

М. А. Бражников

ТЕКСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ВСЕРОССИЙСКОЙ ПРОВЕРОЧНОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ В 11 КЛАССЕ

В статье рассмотрены особенности структуры и содержания текстовых заданий всероссийских проверочных работ по физике, проводимых в 11-м классе, некоторые вопросы методики подготовки к текстовым заданиям, подходы к определению понятия естественно-научной грамотности в приложении к текстовым заданиям, предлагаемым в рамках ВПР-11 по физике.

всероссийские проверочные работы; текстовые задания; естественно-научная грамотность

© Бражников М. А., 2020

In the article, it is considered the features of the structure as well as the content of text-tasks of the All-Russian physics tests conducting in the 11-th grade, some questions of the methodology for preparing for the tasks, and approaches to the definition of science literacy applied to text-tasks being proposed in the framework of VPR-11 on physics.

all-Russian verification work; text-tasks; science literacy

Введение. Всероссийские проверочные работы в 11-м классе (ВПР-11) по физике являются одним из инструментов проверки уровня естественно-научной подготовки учащихся. Итоги выполнения ВПР-11 в 2018–2019 годах таковы, что с заданиями 14–18 справляются менее $\frac{2}{3}$ от числа учащихся, по ряду заданий статистика «проседает» ниже 20–15 %, что очень тревожно. В заданиях 14–15 предлагается ответить на вопросы по фрагменту описания бытового технического устройства или инструкции к нему. Задания 16–18 составлены к научно-популярному тексту, объемом не более страницы. Обе группы заданий связаны с работой с текстом, то есть для выполнения заданий необходимо использовать либо только информацию из текста, либо совместно использовать текстовую информацию и имеющиеся знания из курса физики. За их основу берутся учебные тексты заданного объема, содержательно замкнутые, при этом оригинальные научно-популярные тексты и описания приборов и устройств, приводимые в инструкциях и проспектах к ним, адаптируются, имея в виду образовательные и воспитательные цели, а также проверку требуемых умений и способов действий учащихся.

Структура, содержание и проверяемые умения в текстовых заданиях. В тексте, на котором основаны задания 14 и 15, можно выделить три блока: текст (описание принципов работы прибора и его технических характеристик), чертеж-схема, текст (правила безопасности и эксплуатации); каждый из блоков функционально отличается от другого, при этом они ориентированы на проверку овладения учеником определенных умений и способов действий для прочтения текста и освоения содержащейся в нем информации. Среди этих умений и форм деятельности есть те, которые относятся к межпредметным, охватывающим физику, технологию и черчение. Несмотря на то что последние два предмета практически вытеснены из учебных планов средней школы, ни одна инструкция по пользованию бытовой техникой не обходится без чертежа, схемы; более того, на многих картинках совмещается вид-разрез с элементами сборочного чертежа, на котором указаны позиции тех или иных элементов и узлов. Ученик, оканчивающий школу, должен знать названия: вал, подшипник, спираль, конденсатор и т. п., узнавать их среди деталей и на сборочном схеме-чертеже, понимать, хотя бы в общих чертах, их назначение. Текст строится на основе нескольких инструкций, не воспроизводя в точности ни одну из них, например, для пользователя несущественно, что упоминается — медные или алюминиевые провода, но для учебного текста важно подчеркнуть и проверить понимание учеником того, почему обмотки изготавливаются из меди — металла малого удельного сопротивления.

Обратимся к заданиям 16–18. Научно-популярный текст, как правило, содержит рисунки, схемы опытов, таблицы и графики. Многие тексты представляют собой адаптированный пересказ истории открытий в области физики. Новизна текста достигается, прежде всего, комбинацией уже известного материала с малоизвестным, новой информацией, а также представлением ее в виде схем, таблиц, графиков. Сложность выполнения таких заданий — в использовании неявно содержащейся в текстах информации, в ее анализе и синтезе. Если сложность составления задач типа 14–15 заключается в том, что необходимо выбрать значимый современный бытовой прибор простой конструкции или допускающий упрощение, то сложность текстовых заданий 16–18 для составителя заключается в почти противоположном: трудно найти научно-популярные тексты, содержащие информацию о современных открытиях в физике и технике на доступном учащимся уровне, которые включали бы схемы постановок опытов, табличные и графические данные. Принимая за основу классические научно-популярные работы, например конца XIX — начала XX века, необходимо проводить еще

и их языковую адаптацию. Комплексно текстовые задания ВПР 14–18 проверяют естественно-научную грамотность выпускников школы, однако само это понятие требует обсуждения в контексте проверяемых умений.

Естественно-научная грамотность. Подходы к определению. Сегодня широко используется понятие «естественно-научная грамотность», которое можно трактовать с разных позиций. В последние годы получило доминирующую интерпретацию понимание, выработанное в рамках PISA [1], принятое и в России. Под естественно-научной грамотностью понимается способность человека применять естественно-научные знания и умения в реальных жизненных ситуациях занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с практическим применением достижений естественных наук. Когда говорят о человеке, демонстрирующем естественно-научную грамотность, то подразумевают, что он способен участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям; аргументированность обсуждения означает, что он может научно объяснять явления, понимать основные черты научного исследования, использовать научные доказательства для аргументации. Однако, чтобы занимать ответственную, а не просто активную гражданскую позицию в области естественных наук, достаточно ли уделить 160 астрономических часов времени (3 урока на естествознание в неделю) в течение двух последних лет обучения? Автор на этот вопрос склонен ответить отрицательно, тем более что, по Пиаже, полное овладение формальными операциями завершается не в 17–18 лет, когда учащийся оканчивает школу, а в 21 год или чуть позже. Приведенное выше понимание естественно-научной грамотности формировалось в методической литературе, прежде всего американской, в течение всего XX века, на это ориентированы и западные учебники. Осмысливая понятие «естественно-научная грамотность», ученые отталкивались от понятия «читательская грамотность». Задания 14–18 проверяют, на наш взгляд, понимание естественно-научной грамотности как способности читать, понимать и выражать свое мнение по научным проблемам. Полагаем, что без читательской грамотности, реализуемой при чтении естественно-научных текстов, решение всех остальных задач не представляется возможным. Вопрос, как научить «этому необходимому», остается открытым.

Методика подготовки к выполнению текстовых заданий. Мы готовим ученика ко всем видам экзаменационных работ, обращаем внимание на проверяемые вопросы, формируем умения в течение и всего учебного года, и непосредственно перед экзаменами. Оба рассматриваемых типа заданий базируются на тексте, поэтому первый шаг, как нам представляется, который нужно сделать в направлении подготовки учащихся, — чтение учителем отрывков из текстов физического содержания вслух, при этом могут использоваться материалы, проецируемые классу с помощью МЭШ. Для закрепления и развития умения учащегося работать с текстом на уроках времени немного, но ученики старших классов часто выражают желание «повысить свою оценку», и им можно предложить выполнить текстовые задания после урока. Мы видим трудности такой работы у учителя в отсутствии самих текстов, а также критериев их сложности; у учащихся затруднения вызывает оперирование информацией, содержащейся в тексте, но переформулированной в задании «другими словами», при перекодировке информации, заданной таблично или в виде диаграммы, при использовании информации для ответа на вопросы, содержащейся в тексте в неявном виде. Проблема неразвитой читательской грамотности в приложении к естественно-научным текстам возникает раньше поступления ученика в 10-й класс.

Заключение. Задания **14–18 ВПР-11** проверяют естественно-научную и читательскую грамотность, умение понимать и осознанно следовать инструкциям по эксплуатации приборов и устройств бытовой техники на уровне пользователя. Осознанное следование инструкциям направлено на уменьшение травматизма при пользовании населением сложной бытовой техникой. Очерченный круг проблем — это серьезное основание для проведения научно-методической работы в этом направлении.

Список использованной литературы

Пентин А. Ю., Никифоров Г. Г., Никишова Е. А. Основные подходы к оценке естественно-научной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. — 2019. — Т. 1, № 4 (61). — С. 80–97.

Сведения об авторе

Бражников Михаил Александрович — кандидат педагогических наук, с. н. с. ФИЦ ХФ РАН, доцент ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (Москва).

УДК 374:37.026.6:372.853

А. Ф. Буш

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ ФИЗИКЕ

В данной статье рассматриваются принципы организации повышения мотивации к обучению физики через внеурочную деятельность. Приведены критерии отбора содержания и организации внеурочной деятельности, достижения личностных, предметных и метапредметных результатов.

физика; внеурочная деятельность; мотивация; образование

This article discusses the principles of increasing motivation to study physics through extracurricular activities. The criteria for selecting the content and organization of extracurricular activities, achieving personal, subject and matapredmetnyh results are given.

physics; extracurricular activities; motivation; education

Мотивация к учебной деятельности — это одна из основных задач образования. Различают внутреннюю и внешнюю мотивацию. Раскрытию внутренних мотивов обучения способствует внешняя мотивация, а внешние мотивы формируются учебной деятельностью. Следовательно, правильно организованная учебная деятельность может повысить мотивацию к обучению.

Во внеурочной деятельности, целью которой является повышение мотивации к обучению физике, определяющее значение имеет содержание и организация этой деятельности. Для того чтобы повысить мотивацию к обучению физике, которая несет в себе функцию улучшения условия развития ребенка, благоприятную адаптацию ребенка в школе, предлагаются задания в различной форме (проектные работы, практические задания, исследовательские, подготовка демонстрации и т. д.). Задания классифицированы по разным критериям:

- характеру и методу исследования (количественные и качественные),
- способу выражения условия (текстовые, графические, экспериментальные, задачи-рисунки),
- способу решения (экспериментальные, вычислительные, логические),
- содержанию (абстрактные, исторические, конкретные, задачи с лабораторного стола, занимательные),
- степени трудности (простые, сложные, тренировочные).

Содержание заданий охватывает многие темы по физике — «Простые механизмы», «Диффузия», «Физические явления» и др.

Повышение мотивации к обучению физике во внеурочной деятельности идет через развитие интереса к физике, знакомя с новейшими достижениями науки и техники, воспитывая у учеников инициативу, самостоятельность, коммуникативные навыки, упорство достижения к цели. Такие виды работы ведут к этим целям.

Для повышения мотивации к обучению физике необходимо усвоение метапредметных понятий. Задания носят межпредметный характер, необходимы знания из области математики, информатики, химии и т. п.

Повышение мотивации к обучению физике определяет отношение к миру, достижение личностных, предметных и метапредметных результатов. При планировании внеурочной деятельности для повышения мотивации к обучению физике необходимо выбирать методы и формы организации внеурочной деятельности, которые в наибольшей степени будут отвечать целям и задачам развития учащихся.



Рис. Особенности организации внеурочной деятельности

Правильно построенная модель организации внеурочной деятельности повысит мотивацию обучения (рис.). Физика — один из интересных предметов, но в то же время и сложных. Если во внеурочной деятельности заинтересовать ребят, то физику будут изучать с мотивацией, «охотой» учиться.

Список использованной литературы и электронных ресурсов

1. Бабенко О. Ю. Организация исследовательской деятельности обучающихся по физике в средней школе // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Педагогика». — 2017. — № 2. — С. 102–108.
2. Магеррамова Э. Х. Использование традиционных и интерактивных методов в единстве // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Педагогика». — 2015. — № 4. — С. 18–23.

3. О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ (вместе с «Методическими рекомендациями по организации внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ») : письмо Минобрнауки России от 14.12.2015 № 09-3564. — URL : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=264850> (дата обращения: 03.10.2017).

4. Ошемкова С. А. О концепции интегрированного пропедевтического курса физики «Математика и механика» // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Педагогика». — 2014. — № 4. — С. 101–108.

5. Пахомова Н. Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении : пособие для учителей и студентов пед. вузов. — М. : Аркти, 2003. — 110 с.

6. Салангина Н. Я. Классификация форм внеурочной деятельности // Вестник Московского государственного университета культуры и искусства. Сер. «Народное образование. Педагогика». — 2011. — № 3. — С. 231–235.

7. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования. — URL : <http://минобрнауки.рф/> (дата обращения: 22.09.2015).

8. Холина С. А. Проблема пропедевтического обучения физике в условиях модернизации системы образования // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. «Педагогика». — 2017. — № 2. — С. 140–146.

Сведения об авторе

Буш Алсу Фаритовна — заместитель директора по УВР МОУ «Гимназия № 4» (г. Лыткарино, Московская обл.).

УДК 502.2-053.5

Л. В. Дубицкая, И. О. Дубицкая

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

В данной статье рассматривается один из аспектов функциональной грамотности — естественно-научная грамотность учащихся средней школы. Авторами изучены опорные понятия естественно-научной грамотности и возможность ее формирования в рамках основной школьной программы; сформулированы основные проблемы в подготовке наших школьников, которые выявляют международные исследования PISA и TIMSS. Также статья содержит рекомендации и примеры работы для учителей естественно-научного профиля, направленные на совершенствование функциональной грамотности учащихся.

естественно-научная грамотность; компетенции; контекст; методологические знания; методологические умения; PISA

This article discusses one of the aspects of functional literacy — natural science literacy of secondary school students. The authors studied the basic concepts of natural science literacy and the possibility of its formation in the framework of the main school program; formulated the main problems in the preparation of our students, which are identified by international studies of PISA and TIMSS. The article also contains recommendations and examples of work for teachers of natural science profile, aimed at improving the functional literacy of students.

natural science literacy; competence; context; methodological knowledge; methodological skills; PISA

Естественно-научная грамотность — это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями [1]. В ее основе лежат следующие ключевые понятия:

- компетенции — способность научно объяснять явления, применять методы естественно-научного исследования, интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов;
- контексты — личные, местные/национальные и глобальные проблемы, как современные, так и исторические, которые требуют понимания вопросов науки и технологий;
- отношение — отношение к науке, которое характеризуется интересом к науке и технологиям, пониманием ценности научного изучения вопросов там, где это необходимо, и осведомленностью о проблемах окружающей среды, а также осознанием важности их решения;
- знания — понимание основных фактов, идей и теорий, образующих фундамент научного знания; такое знание включает в себя знание о природе и технологиях (знание содержания), знание о методах получения научных знаний (знание процедур), понимание обоснованности этих процедур и их использования (методологическое знание).

Естественно-научно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- научно объяснять явления;
- понимать основные особенности естественно-научного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов [2].

Рассмотрим, какие основные проблемы в подготовке наших школьников выявляют международные исследования PISA и TIMSS.

Обучающиеся не в полной мере могут:

- формулировать вопросы;
- обосновывать, доказывать;
- использовать простейшие приемы исследования;
- строить развернутые высказывания;
- устанавливать надежность информации;
- сотрудничать.

По сравнению с предыдущим циклом исследования 2015 года средний балл российских учащихся незначительно снизился (на 9 баллов), но при этом позиция Российской Федерации в рейтинге стран практически не изменилась. Результаты российских учащихся (30–37 места) статистически значимо не отличаются от результатов учащихся 7 стран (Испания, Литва, Венгрия, Люксембург, Исландия, Хорватия, Беларусь), статистически ниже результатов 29 стран и выше результатов 33 стран.

Для того чтобы подготовить современного школьника в рамках существующих учебных пособий, необходимо провести их анализ.

В программе «Окружающий мир» нет примерно 40 % того, что есть в тестах TIMSS:

- практически нет физики и химии, не рассматриваются вопросы размножения и наследственности;
- объем российской программы (около 50 часов в 4-м классе) примерно вдвое меньше, чем в Сингапуре, Корее и Японии, и втрое меньше, чем в Португалии.

Восстановление непрерывности школьного естественно-научного образования возможно за счет:

- возвращения в новом облике интегрированного предмета «Естествознание (Природоведение) 5–6»;
- усиления естественно-научной составляющей в начальной школе (ориентация на требования TIMSS-2019).

- разработки технологий обучения, основанных на понимании науки как способа познания мира (а не набора фактов, теорий и законов);
- развития интереса к науке;
- разработки учебных заданий нового типа (компетентностных, практико-ориентированных), направленных на формирование естественно-научной грамотности;
- организации межпредметного взаимодействия (межпредметные модули, межпредметные задачи, взаимодействие учителей предметников) [1].

Однако, на наш взгляд, в существующем школьном образовании есть УМК естественно-научных предметов для основной школы, которые успешно можно использовать с целью формирования естественно-научной грамотности обучающихся, объединенных общей концепцией, например авторов Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской. В данных УМК весь имеющийся материал имеет четко выстроенную методическую систему и содержит методологические знания и умения.

Методологические знания:

- о логике научного познания,
- о методах познания,
- об элементах физического знания,
- о границах применимости физических законов и теорий.

Например, можно рассмотреть границы применимости законов:

- Закон всемирного тяготения, Закон Гука (для 7-го класса);
- Закон Кулона, Закон Ома (для 8-го класса).

Методологические умения:

- самостоятельно выполнять учебное исследование (исследовательские умения).

Для выявления методологических умений на сегодняшний день успешно применяется метод оценки, эксперимент, метод анализа, гипотеза. Рассмотрим их на конкретных примерах.

Метод оценки:

1. Чему примерно равна высота дома, в котором вы живете?

Определите, используя метод оценки, чему равно расстояние от вашего дома до школы...

2. Определите скорость движения лифта в вашем доме (оценка высоты этажа).

Эксперимент:

1. Измерьте давление пачки сахара массой 1 кг на опору и выявите зависимость давления от площади опоры.

2. Измерьте площадь подошвы обуви и рассчитайте, какое давление Вы оказываете на пол.

Таким образом, на данный момент используемая в общеобразовательных учебных заведениях литература не полностью соответствует требованиям по подготовке учащихся к успешной сдаче тестирования, направленного на оценку естественно-научной грамотности. Однако есть УМК, которые способствуют совершенствованию работы педагога как по общей программе, так и в рамках развития функциональной грамотности учащихся.

Список использованной литературы

1. Пентин А. Ю., Ковалева Г. С., Давыдова Е. И. [и др.]. Состояние естественно-научного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. — 2018. — № 1. — С. 79–109.

2. Пентин А. Ю., Никифоров Г. Г., Никишова Е. А. Основные подходы к оценке естественно-научной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. — 2019. — Т. 1, № 4 (61). — С. 80–97.

Сведения об авторах

Дубицкая Лариса Владимировна — доктор педагогических наук, профессор ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет» (Коломна).

Дубицкая Ирина Олеговна — учитель физики ГБОУ «Школа № 93 Пушкинского района Санкт-Петербурга» (Санкт-Петербург).

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА В НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Данная статья посвящена вопросам изучения распространения света в неоднородных средах в средней школе. Обоснована актуальность темы, проведен анализ школьных программ и учебной литературы, приведены примеры задач и учебных исследовательских экспериментов.

оптика; распространение света; неоднородные среды; исследовательские работы

This article is devoted to the study of light distribution in heterogeneous environments in high school. The topicality of the topic is substantiated, the analysis of school programs and educational literature is carried out, examples of tasks and educational research experiments are given.

optics; light distribution; heterogeneous environments; research

Тесная методологическая связь оптических явлений и процессов со многими фундаментальными физическими теориями дает широкие возможности для формирования у школьников естественно-научной картины мира. Наполненность изучаемого материала описанием фундаментальных экспериментов, иллюстрациями оптических явлений в природе и технике способствует практической направленности обучения и повышает мотивацию при изучении физики.

Первое знакомство со световыми явлениями в школьном курсе физики происходит в основной школе. Обучение направлено на рассмотрение распространения света в однородной среде и поведения света на границе двух сред. Учащиеся знакомятся с понятиями и законами, составляющими основу раздела: свет, источники света, прямолинейное распространение света, законы геометрической оптики. В дальнейшем при изучении оптики происходит формирование и развитие у обучающихся корпускулярно-волновых представлений о природе световых явлений.

Однако распространение света в неоднородных средах в школе практически не рассматривается, хотя изучение этой темы имеет важное прикладное значение. В содержании данной темы немаловажную часть занимают различные оптические явления в природе, которые являются наиболее эффектными для наблюдения и вызывают у школьников практический интерес. Техническое применение «оптики неоднородных сред» не так очевидно для восприятия, но имеет большое значение для политехнического аспекта обучения. Желание понять, почему происходит какое-либо явление или процесс, смоделировать его и повторить «в жизни» способствует развитию интереса у школьников к исследовательской деятельности; разработке физических экспериментов и лабораторных работ, выполнению исследовательских проектов.

Анализ школьных программ по разделам геометрической и волновой оптики позволяет выделить базовые понятия, явления и закономерности, которые осваивает обучающийся за период обучения: световой луч, закон прямолинейного распространения света, законы отражения и преломления света на границе раздела двух однородных прозрачных сред, явление полного внутреннего отражения, построение изображений в плоских зеркалах и линзах, глаз и зрение, оптические приборы, интерференция, дифракция, дисперсия,

поляризация света. Анализ содержания и объема этих вопросов показывает, что знаний обучающихся достаточно для понимания физической сущности распространения света в неоднородной среде и изучения данной темы.

С целью выявления вопросов, имеющих отношение к оптике неоднородных сред, нами был проведен анализ школьных программ и учебников для углубленного изучения физики различных авторских коллективов (Г. Я. Мякишев, В. А. Касьянов, А. А. Пинский, Н. С. Пурышева и др.).

Например, в программе Г. Я. Мякишева в предметных результатах указываются понятия «рефракция света», «мираж» [5]. В соответствующем учебном пособии [6] в разделе геометрической оптики рассматриваются темы «Преломление света в атмосфере Земли», «Миражи». В тексте даются краткие теоретические сведения о преломлении света в неоднородной среде, а именно атмосфере Земли, также обучающихся знакомят с явлением «мираж». В данном учебнике представлен и пример задачи, в которой рассматривается распространение света в неоднородной среде с постоянным градиентом оптической неравномерности.

Приведем содержание предлагаемой задачи: «Тонкая пластина сделана из прозрачного материала, показатель преломления которого изменяется от оптического значения n_1 на верхней грани до значения n_2 на нижней грани. Луч входит в пластину под углом α . Под каким углом он выйдет из пластины?» [6].

Анализ условия и вопроса задачи позволяет сделать вывод, что луч может выйти из пластины при выполнении условия полного внутреннего отражения на выходе из верхней грани. Для решения достаточно разбить пластину на множество тонких пластинок такой малой толщины, что в пределах пластинки показатель преломления можно считать постоянной величиной, и применить к каждой пластинке закон преломления света. Пример решения этой задачи показывает, что достаточно базовых знаний по геометрической оптике (затруднения в решении может вызывать лишь математический аппарат, так как процесс решения приводит к последовательности уравнений и выявлению функциональной зависимости показателя преломления).

Встречаются в учебной литературе для углубленного изучения физики и задачи качественного содержания. Например, в учебнике «Физика-11» под редакцией А. А. Пинского предлагается задача: с увеличением расстояния от поверхности Земли плотность атмосферы убывает. Как это обстоятельство влияет на распространение света в атмосфере? Возможно ли полное отражение света от верхних слоев атмосферы? [7, с. 162].

Некоторые педагоги включают в процесс обучения изучение оптических явлений в атмосфере. В рабочей программе А. В. Грачева [3], например, тема распространения света в неоднородных средах упоминается в рамках выполнения самостоятельных исследовательских работ. Ученику на выбор предлагается несколько тем, среди которых есть «Миражи, радуга: условия возникновения и объяснение». Результат учеником может быть представлен как в форме доклада, так и в виде обработанных результатов какого-либо эксперимента.

Таким образом, можно сделать вывод об эпизодическом использовании темы «Оптика неоднородных сред» в школьных программах и учебниках. Однако необходимо отметить отсутствие описаний демонстрационного или лабораторного экспериментов.

Учебным экспериментам по исследованию распространения света в неоднородной среде необходимо уделить особое внимание, так как для их выполнения необходимы определенные условия (оптически неоднородное вещество, специальные сосуды и источники света и др.), поэтому методических пособий и разработок немного. На современном этапе можно выделить работы группы методистов под руководством В. В. Майера. В пособии «Свет в оптически неоднородной среде» [5] рассмотрены основы оптики слоисто-неоднородных сред и методика изучения градиентной оптики в средней школе. Описаны практические методы создания неоднородных сред, предложены конструкции простых приборов, физические эксперименты, в том числе по моделированию явлений атмосферной оптики. Авторы предлагают ряд исследовательских экспериментов, в частности по исследованию явления полного

внутреннего отражения, искривления и волноводного распространения луча, искажения изображения, даваемого в твердом теле [1, 2, 5].

Для реализации данного материала в процессе выполнения проектной деятельности и самостоятельных исследовательских работ в школе можно предложить следующие эксперименты:

- оптически неоднородная жидкость в стакане;
- распространение света в неоднородной жидкости;
- полное внутреннее отражение света в неоднородной жидкости;
- искривление луча в воздухе с помощью нагревателя;
- искажение изображения в неравномерно прогретом твердом теле (модель миража).

Все предлагаемые опыты могут быть представлены в школьном физическом кабинете или в домашних условиях, методика их выполнения доступна для обучающихся старшего звена и соответствует требованиям проведения учебной лабораторной работы. Для освоения результатов предлагаемых экспериментов необходимы базовые знания школьного курса физики. Изучение может быть организовано как в рамках элективного курса, так и внеурочной деятельности.

Изучение элементов оптики неоднородных сред в средней школе должно быть непрерывно связано с проектной деятельностью, включающей исследовательские работы по данной теме. Это позволяет расширить объем практических знаний и навыков школьников, способствует развитию интереса к исследовательской деятельности и в целом формированию более широкой картины оптических явлений и процессов.

Список использованной литературы и электронных ресурсов

1. Вараксина Е. И., Майер В. В. Полное внутреннее отражение света // Физика. — 2009. — № 17. — URL : http://www.sci-cooperation.ru/authors/making_literature (дата обращения: 10.02.2020).
2. Вараксина Е. И., Майер В. В. Волноводное распространение отражение света в жидкости // Физика. — 2009. — № 19. — URL : http://www.sci-cooperation.ru/authors/making_literature (дата обращения: 10.02.2020).
3. Грачев А. В. Физика. 10–11 класс. УМК (баз. и углуб.) : раб. программа. — URL : <https://rosuchebnik.ru/> (дата обращения: 10.02.2020).
4. Крысанов О. А., Мякишев Г. Я. Физика. Углубленный уровень. 10–11 классы : раб. программа к линии УМК Г. Я. Мякишева : учеб.-метод. пособие. — М. : Дрофа, 2020. — 78 с.
5. Майер В. В. Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования. — М. : Физматлит, 2007. — 232 с.
6. Мякишев Г. Я., Синяков А. З. Физика. Колебания и волны 11 кл. Профильный уровень : учеб. для углубл. изучения физики. — М. : Дрофа, 2010. — 288 с.
7. Физика : учеб. пособие для 11 класса школ и классов с углубл. изучением физики / под ред. А. А. Пинского. — М. : Просвещение, 1995. — 432 с.

Сведения об авторах

Ермакова Татьяна Ивановна — доцент кафедры физики и химии ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет» (Коломна).

Трухина Евгения Александровна — студентка 3-го курса ФМФХИ ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет» (Коломна).

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ИНФОРМАЦИИ КАК СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ К ИЗУЧЕНИЮ ФИЗИКИ

В статье отражены некоторые результаты использования научно-популярной информации как средства формирования познавательной мотивации старшеклассников.

познавательная мотивация; физика; научно-популярная информация

The article reflects the main results of using popular scientific information as a means of forming cognitive motivation of high school students.

cognitive motivation; physics; popular science information

Проблема низкой заинтересованности учащихся старших классов в освоении курса физики является актуальной в современной педагогической науке. Проведенное нами исследование показало, что среди причин можно выделить недостаточность практического применения получаемых знаний и информирования учеников о ведущих достижениях науки настоящего времени, а также организации активной познавательной деятельности.

Нами разработана методика использования научно-популярной информации (НПИ) как средства формирования познавательной мотивации старшеклассников путем преодоления отмеченных причин. НПИ служит основой работы с познавательными задачами в рамках деятельностного подхода, а именно для мотивирования старшеклассников к осознанию и формулированию задач, а также построения и реализации плана их решения.

Отметим некоторые результаты внедрения методики в практику преподавания физики (принял участие 341 учащийся):

- достигнуто статистически значимое положительное влияние на познавательную мотивацию старшеклассников средствами НПИ;
- определено, что познавательная мотивация является основным фактором, влияющим на академические достижения (развитие интереса к курсу физики приводило к положительным изменениям в успеваемости; преобладание внутренней мотивации над внешней влекло за собой повышение качества обучения).

Использование НПИ в курсе физики 10–11-го классов в рамках деятельностного подхода оказывает положительное влияние на познавательную мотивацию учащихся, что, в свою очередь, благоприятно влияет на освоение курса.

Список использованной литературы

Опарина А. В., Одинцова Н. И. Преобразование научно-популярных материалов в деятельностную форму на уроках физики // Физика в школе. — 2015. — № 4. — С. 33–38.

Сведения об авторе

Желеева Алина Валериевна — старший преподаватель ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (Москва).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАСПАДОВ ЯДЕР В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ: СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

Анализируется применение в школьных учебниках схем распада атомных ядер при изучении основ квантовой физики. Обсуждаются образовательные возможности схем распада: увеличение наглядности в объяснении причин нестабильности изотопов, расширение класса задач по теме «виды радиоактивности», освещение фронта современных исследований. Отмечается сопутствующее усложнение материала, связанное с необходимостью объяснения причин образования возбужденных состояний уровней ядра и адаптации схем распада из баз ядерных данных для школьного курса физики.

наглядность при изучении физики; схемы распада ядер; скрайбинг

The use of nuclear decay schemes in school textbooks in the study of the foundations of quantum physics is being analyzed. The educational possibilities of decay schemes are discussed: increased clarity in explaining the causes of isotope instability, expansion of simple tasks on the topic “types of radioactivity”, clearer coverage of the modern research front. The accompanying complication of the material due to the need to explain the reasons for formation of excited states of nuclear levels and adaptation of decay schemes from nuclear databases for the school course of physics is studied.

visualization in the study of physics; nuclear decay scheme; scribing

Становление и эволюция иллюстративного метода обучения в физике — тема актуальная и значимая [2; с. 150–215]. Энергетические схемы распада ядер являются наглядными примерами ядерных превращений. Насколько они используются сегодня в школьных учебниках физики? Мы просмотрели учебники 15 разных русскоязычных авторов (авторских групп) для 11-х классов в доступных изданиях разных лет.

Самый ранний со схемой распада из просмотренных — учебник Л. И. Анцифорова [1; с. 312] 2004 года. Схема альфа-распада висмута-212 в учебнике сопровождается следующей логической цепочкой рассуждений:

- радиоактивное вещество может испускать альфа-частицы разной, но дискретной энергии,
- ядро может находиться в разных возбужденных состояниях,
- при переходе ядра из возбужденного состояния в более низкое энергетическое состояние ядро испускает гамма-квант.

Схема качественная (без численных значений), при ее анализе автор сравнивает энергии вылетающих альфа частиц и гамма-квантов. Схема прекрасно выполняет свои учебные функции в тексте учебника.

Недоговоренность схемы (рис. 1) в том, что вероятность альфа-распада ядер висмута-212 составляет 36 % [11]; в 64 % случаев происходит β^- -распад. В реальной схеме распада присутствует еще пять менее интенсивных альфа-переходов. В контексте параграфа «Радиоактивность» эти упрощения оптимальны.

Однако в заданиях к следующим параграфам можно было вернуться к этой схеме, предложив:

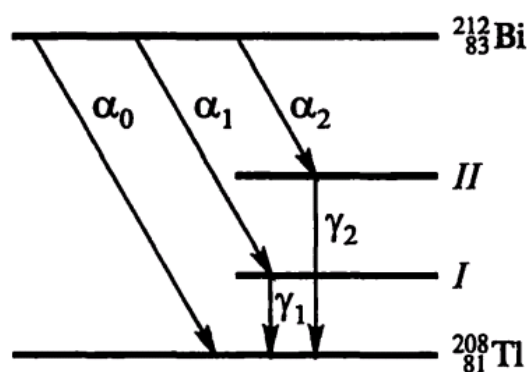


Рис. 1. Схема распада ^{212}Bi из учебника Л. И. Анцифорова

- записать ядерные реакции распада ядер ^{212}Bi и с вылетом альфа-частицы α , и с вылетом электрона;
- рассчитать энергию альфа-распада по данным массам ядер ^{212}Bi и ^{208}Tl ;
- рассчитать, когда альфа-излучение снизится, например, в 16 раз и когда гамма-излучение снизится в 16 раз, если период полураспада ^{212}Bi (60,55 мин \approx 1 ч). Ответ будет одинаковый (через 4 ч), но вопрос позволит повторить факт, что переход с излучением гамма-квантов из возбужденных состояний ядра происходит, как правило, за время $t < 10^{-12}$ с.

Целесообразно присутствие схемы распада ядра радия-226 в современном учебнике базового уровня В. А. Касьянова [5] (рис. 2). Назначение схемы:

- показать, как в процессе альфа-распада может образоваться возбужденное ядро радона-222;
- продемонстрировать, что гамма-квант возникает при переходе ядра из одного квантового состояния в другое.

Схема разумно упрощена: не указаны другие возбужденные состояния ядра радона, не приведены вероятности образования разных состояний ядра радона-222. В стороне, к сожалению, остается оценка энергии вылетающей альфа-частицы, которую можно было бы предложить в качестве домашнего задания, поскольку желательнее повторить закон сохранения импульса и учет энергии отдачи ядра в конце курса.

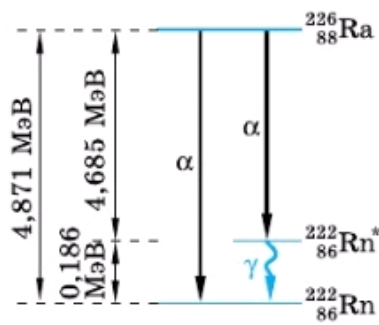


Рис. 2. Схема распада ^{226}Ra из учебника В. А. Касьянова

Рекордсменом по числу схем распада является профильный учебник А. А. Пинского [10]. Для каждого типа радиоактивности приведены схемы: для ядра урана-238, алюминия-28 и натрия-28 (рис. 3). По этим схемам в учебнике приведено несколько простых задач вида: «По схеме распада определите, ядро какого изотопа излучает гамма-квант с энергией 1,28 МэВ. ($^{22}\text{Ne}^*$)».

В приведенных схемах, кроме вертикальной оси энергии, появляется еще и (непрото-вариваемая явно, но безусловно полезная) горизонтальная ось числа протонов в ядре.

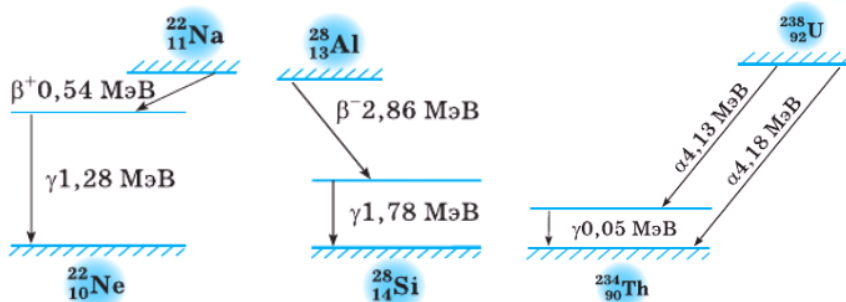


Рис. 3. Схемы распадов ядер из учебника А. А. Пинского

В учебнике А. В. Грачева [9] ограничились энергетической диаграммой уровней ядра железа-58. Для учеников, изучающих курс на углубленном уровне, есть текстовая задача на построение схемы уровней ядра, исходя из данных энергий альфа-частиц, испускаемых материнским ядром.

Неосведомленность авторов ни в коем случае не является причиной отказа от использования схем распада в тексте учебника 11-го класса. Так, один из авторов линейки базового уровня В. В. Белага — ведущий научный сотрудник Объединенного института ядерных исследований. По-видимому, главным аргументом являются отсутствие традиции, а также неясный результат баланса «плюсов» наглядности и «минусов» усложнения. Рассмотрим в целом достоинства и недостатки применения схем распада в школьном курсе физики (см. табл.).

Достоинства и недостатки применения схем распада в школьном курсе физики

| Достоинства | Недостатки |
|---|---|
| На схеме очевидно, что ядру энергетически «выгодно» превращение | По схеме нельзя «с ходу» отличить, происходит бета-плюс-распад или E-захват (чаще всего реализуется и тот, и другой виды распада) |
| Схема распада наглядно объясняет причину гамма-излучения: у ядер есть возбужденные уровни | В энергетической схеме атома водорода уровень зависит от радиуса орбиты электрона; причиной существования возбужденных уровней ядра может быть и другой момент количества движения, и другая форма ядра (к тому же, энергию возбуждения ядро может передавать орбитальным электронам) |
| На схеме указан период полураспада; энергия, выделяемая при превращении | В базах данных на схеме указывается: момент количества движения состояния ядра в единицах \hbar ; четность состояния; мультипольности гамма-переходов |

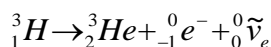
Содержание учебников меняется. Отмечены, к примеру, изменения содержания зарубежных курсов физики по теме «Радиоактивность»: увеличилось число практико-ориентированных заданий [8]. В России в классическом курсе Г. Я. Мякишева [6, с. 316] 2018 года появилась качественная схема распада урана-238 (рис. 4). В 19-м издании 2010 года и 23-м 2014 года схемы не было. Она есть в 7-м переработанном издании 2019 года.

Нам представляется, что схемы распада ядер могут служить не только средствами иллюстрации и источниками дополнительной информации, но и средством вовлечения школьника в разнообразную учебную деятельность. Приведем возможные варианты задач по схемам распада:

Задача 1. В подсветках иногда используют тритий — тяжелый изотоп водорода (рис. 5). Это один из самых энергетически «скромных» изотопов: при распаде ядра трития выделяется только 18,6 кэВ. Какой вид распада у трития? Запишите ядерную реакцию его превращения.

С какой максимальной энергией может вылететь излучение из трития?

По приведенным зарядовым и массовым числам школьник понимает, что нейтрон в ядре превращается в протон и сам записывает реакцию:



Электронем и антинейтрино 18,6 кэВ «разбираются» случайным образом (энергией отдачи ядра можно пренебречь из-за больших различий между массой электрона и ядра), поэтому максимальной энергией электрона является 18,6 кэВ (в этом случае нейтрино вылетает с пренебрежимо малой скоростью). Максимальной энергией антинейтрино является ... 18,6 кэВ (в этом случае электрон вылетает с пренебрежимо малой скоростью). Задача и простая, и с «изюминкой». Школьник встречается со знаменитой проблемой непрерывного энергетического спектра электронов при бета-распаде, которая привела Паули к предположению о существовании «неуловимой» частицы.

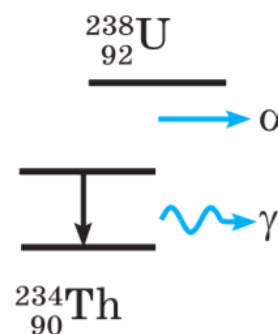


Рис. 4. Схема распада ${}^{238}\text{U}$ из учебника Г. Я. Мякишева

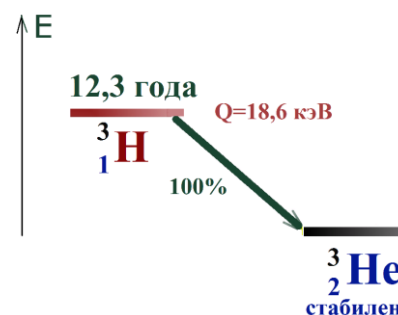


Рис. 5. Схема распада ${}^3\text{H}$

Задача 2. На рисунке 6 приведена схема распада ядер золота-198. При распаде ядра ^{198}Au выделяется энергия $Q = 1372,9$ кэВ. Для каждой стрелки на схеме определите вид излучения, ядро, которое их излучает и энергию излучения (для электронов или позитронов — максимальную энергию):

| Номер стрелки | Вид излучения | Ядро-излучатель | Энергия, кэВ |
|---------------|---------------|-----------------|--------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

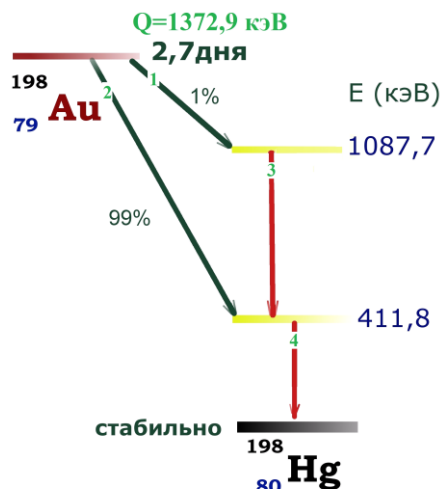


Рис. 6. Схема распада ^{198}Au

Стоит ли делать украшения из этого изотопа золота? Какую защиту Вы рекомендуете от источника, содержащего изотоп ^{198}Au ?

Схемы доступны в базах данных, например Брукхейвенской национальной лаборатории (<https://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>). Надо выделить нужный нуклид (ядро изотопа), дождаться пока его данные будут загружены, выбрать опцию *decay radiation information* и далее нажать *Decay Scheme* (для Parent E(level) равного нулю, так как в базе данных есть схемы для распадов метастабильных ядер — ядер-изомеров, у которых энергия возбуждения ненулевая). Как правило, многие схемы слишком «богаты» гамма-переходами, и их следует адаптировать для школьной задачи.

Для задачи № 1 параметры схемы распада взяты из базы данных, представленный на сайте <https://www.nndc.bnl.gov/nudat2/getdecayscheme.jsp?nucleus=3HE&dsid=3h%20bM%20decay&unc=nds>. Округлен период полураспада и выделяемая энергия, не показаны тип распада, характеристики состояний.

Задача 3. На схеме изображены энергетические состояния нескольких ядер с одинаковым числом нуклонов $A = 130$. Пунктирными стрелками обозначены очень редкие виды радиоактивного распада, существование которых доказано недавно и которые еще не проходят в школе (рис. 7).

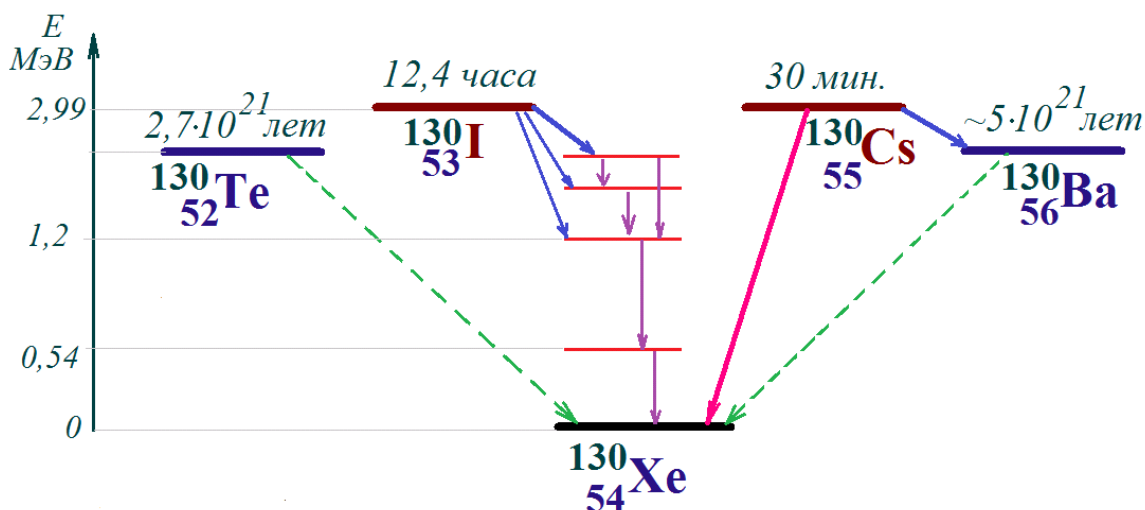


Рис. 7. Схема распада некоторых ядер с $A = 130$

Предположите, что это за виды распадов. Попробуйте записать соответствующие реакции. Как называются ядра с одинаковым числом нуклонов?

Повторяется понятие ядер-изобар, школьнику предоставляется возможность «совершить открытие» двойного β^- -распада и двойного электронного захвата (или двойного β^+ -распада). В 1935 году М. Гепперт-Майер (вторая женщина — Нобелевский лауреат по физике) предположила возможность двойного β^- -распада — процесса, когда из ядра одновременно вылетают два электрона (и два антинейтрино электронных). Впервые двойной β^- -распад был доказан геохимическими методами [3] именно в природном теллуре (130-го изотопа в природном теллуре 34 %).

Схема распада при дистанционном обучении или в режиме «перевернутый класс» может быть динамичной в стиле «скрайбинг» [4] (рассказ с показом, вариант графического метода обучения [2]). В ходе построения схемы описываются процессы, происходящие в ядре. Мы записали пример для схемы распада ядер калия-40 и выложили на сайте нашего института [7] (рис. 8).

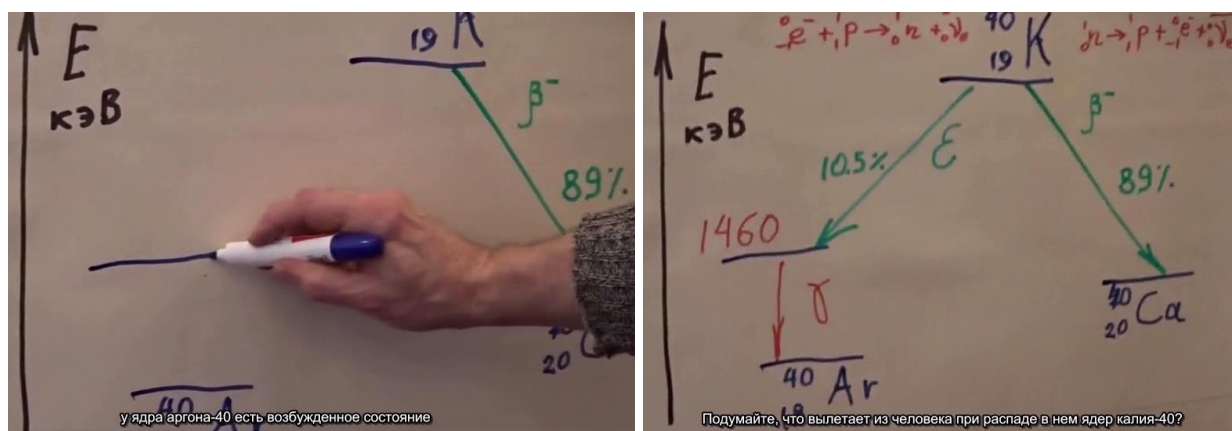


Рис. 8. Два кадра из показа с рассказом построения схемы распада ядер ^{40}K

К 2-минутной видеосхеме можно задавать вопросы:

- Какие частицы вылетают из человека при распаде в нем ядер калия-40?
- Какая энергия выделяется в среднем при радиоактивном распаде одного ядра калия-40, если при превращении ^{40}K в ^{40}Ca выделяется 1,3 МэВ, а при превращении ядра ^{40}K в ядро ^{40}Ar 1,5 МэВ?

– Рассчитайте, на сколько нагреется 70 кг воды при одновременном распаде всех ядер калия-40 в человеке массой 70 кг. Будем считать, что половину этой энергии уносит нейтрино.

Итак, из 15 рассмотренных авторских линейек учебников схемы распадов ядер применяются в четырех учебниках. Образовательный потенциал схем распадов, как следует из приведенных выше возможных задач, может быть намного больше. Но создание доступных, интересных и нужных для школьника схем требует аккуратной адаптации.

Список использованной литературы и электронных ресурсов

1. Анциферов Л. И. Физика. Электродинамика и квантовая физика. 11 кл. : учеб. для общеобразоват. учрежд. — 3-е изд. — М. : Мнемозина, 2004. — 383 с.
2. Бражников М. А., Пурышева Н. С. Становление методики обучения физике в России как педагогической науки и практики. — М. : Прометей, 2015. — 505 с.
3. Двойной бета-распад : учеб. пособие / под. ред. Б. С. Ишханова. — М. : Университетская книга, 2016. — 204 с.
4. Использование сервисов Web 2.0 в образовательной деятельности. — Вып. 2 : учеб.-метод. пособие. — Петропавловск-Камчатский : Камчат. ИРО, 2017. — 100 с. — URL : http://kamchatkairo.ru/images/metod_kopilka/ИКТ/ЭОР/Сб_Сервисы_Web_2.0_Вып.2_На_сайт.pdf (дата обращения: 24.03.2020).

5. Касьянов В. А. Физика. Базовый уровень. 11 кл. : учеб. — 6-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2019. — 272 с.
6. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Чаругин В. М. Физика. 11 класс : учеб. для общеобразоват. организаций : базов. уровень / под ред. Н.А. Парфентьевой. — 5-е изд. — М. : Просвещение, 2018. — 432 с.
7. Распад ядер калия-40 / под ред. И. М. Зверевой, Н. Ю. Казариной, Л. А. Янина. — URL : <http://prac-gw.sinp.msu.ru/teacher/K40skryab.avi> (дата обращения: 24.03.2020).
8. Сафронова О. А. Эволюция содержания и методов обучения в рамках темы «Радиоактивность»: анализ зарубежных учебников физики // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития : материалы IV Междунар. науч.-метод. конф. / отв. ред. С. В. Лозовенко. — М. : Моск. пед. гос. ун-т, 2019. — С. 266–270.
9. Физика. Базовый и углубленный уровни : 11 класс : учеб. // А. М. Салецкий [и др.]. — 6-е изд., стереотип. — М. : Вентана-Граф, 2020. — 462 с.
10. Физика. 11 класс : учеб. для общеобразоват. организаций : углубл. уровень / под ред. А. А. Пинского, О. Ф. Кабардина. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Просвещение, 2019. — 416 с.
11. Interactive Chart of Nuclides. National Nuclear Data Center, Brookhaven National Laboratory. — URL : <https://www.nndc.bnl.gov/nudat2/> (дата обращения: 24.03.2020).

Сведения об авторах

Зверева Ирена Михайловна — ведущий программист лаборатории общего и специального практикума (ЛОСП) Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына (НИИЯФ) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (Москва).

Казарина Наталья Юрьевна — ведущий программист лаборатории общего и специального практикума (ЛОСП) Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына (НИИЯФ) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (Москва).

Янин Леонид Алексеевич — ведущий конструктор лаборатории общего и специального практикума (ЛОСП) Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына (НИИЯФ) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (Москва).

УДК 372.853

Т. В. Клеветова

К ПРОБЛЕМЕ ОСВОЕНИЯ МЕТАПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ УЧАЩИМИСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Данная статья посвящена систематизации метапредметного содержания курса физики средней школы и оценке метапредметных результатов обучения.

физика; метапредметность; универсальные учебные действия

This article is devoted to systematization of the meta-subject content of the high school physics course and evaluation of meta-subject learning result.

physics; metasubject; universal learning activities

Одним из требований освоения основной образовательной программы на этапе основного и среднего образования является формирование у учащихся метапредметных результатов. К ним в первую очередь относятся умение самостоятельно определять цели и составлять

планы, осуществлять, контролировать и корректировать работу с учетом предварительного планирования; умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе коллективной деятельности; владение навыками разрешения учебных проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания для изучения различных сторон окружающей действительности. «Мета» — означает «стоящее за», «выходящее за рамки». Так, за каждым физическим явлением или законом, изучаемым в школьном курсе физики, стоит его первооснова — реальный природный процесс или техническая установка, которые явились основой для их обоснования и применения. Как правило, изучение таких систем требует выхода за рамки одного предмета и установления межпредметных связей.

В данной статье обратимся к выявлению метапредметного содержания учебного предмета «физика» и метапредметной деятельности, а также методам оценки метапредметных результатов учащихся.

Научные основы метапредметного содержания рассмотрены в исследованиях А. В. Хуторского в соответствии с принципом человекообразности образования, который утверждает, что человек является основным субъектом своего образования. Обратимся к исследованиям А. В. Хуторского, в которых представлен подход к конструированию содержания учебного предмета на основе метапредметности, а именно: выявление фундаментальных образовательных объектов в учебном предмете и проблем, связанных с этими объектами; определение ожидаемых метапредметных образовательных результатов и системы деятельности, приводящей к ним; построение системы диагностики и оценки метапредметных образовательных результатов учеников [1].

Другой подход представлен в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) и предполагает оценку сформированности метапредметной деятельности как учебной. Метапредметность представлена в ФГОС как универсальный способ деятельности, но при этом не находит отражения в фундаментальном ядре содержания образования, в связи с чем предпринимаются попытки наполнения содержания изучаемых тем прикладным, контекстным материалом, позволяющим формировать функциональный опыт деятельности учащихся.

Таким образом, при обосновании метапредметного содержания физики мы выделяем следующие критерии:

- физические объекты;
- физические процессы и (или) формы движения материи;
- методы познания объектов природы;
- функциональный опыт личности по применению физических знаний в социокультурной среде.

К метапредметному содержанию относятся физические объекты, физические величины, служащие для описания процессов и явлений окружающего мира, а также сами эти процессы и явления. Примером метапредметного физического объекта является поле и его различные виды. Поле рассматривается в школьном курсе физики как форма материи и определяет один из видов взаимодействия. Так, например, гравитационное поле характеризует гравитационное взаимодействие, а электростатическое и магнитное — электромагнитное. Физика как учебный предмет изучает их, но проявляются они в повседневной жизни, следовательно знания о напряженности электростатического поля, индукции магнитного поля позволяют оценивать их влияние на организм человека. В качестве метапредметных могут быть рассмотрены следующие физические величины: время, скорость, путь, масса, энергия, работа, температура, влажность, заряд. К физическим процессам и явлениям, которые носят метапредметный характер, отнесем движение, нагревание и охлаждение, горение, испарение и конденсацию, электризацию, отражение и преломление света. Отметим, что формировать метапредметность в отрыве от предметной подготовки учащихся невозможно и, в свою очередь, необходимо находить предметные действия, объекты изучения которых послужат основой метапредметности.

Формирование опыта практической деятельности при изучении физики связано с решением задач и выполнением лабораторных работ. Так, при решении задач у обучающихся формируется способности анализа процессов, описанных в условии задачи, ее понимание и схематизация; моделирование объекта задачи, конструирование способов решения. При прочтении условия задачи учащиеся анализируют его и со словесным описанием соотносят знаковый ряд. Формирование способности схематизации неотъемлемо связано с решением задач по темам «Применение законов Ньютона», «Закон сохранения импульса и энергии», «Законы постоянного тока», «Геометрическая оптика», поскольку их решение невозможно без составления схем и пояснительных рисунков. Составляя схемы, обучающиеся выражают посредством них то идеальное содержание, которое в этих схемах заложено, и далее применяют это умение для работы с учебным материалом в других предметах. Это связано в первую очередь с тем, что мышление человека схематично и умение систематизировать материал и строить схемы избавляет от проблемы заучивания больших массивов учебного материала в гуманитарных предметах. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся приобретают способность наблюдать, систематизировать, анализировать, выдвигать гипотезы и определять проблемы.

При изучении нового материала формируются следующие способности: работать с понятиями, систематизации и идеализации, так как в основе любого понятия лежит идеальный конструкт, то есть система знания, представляющая собой совокупность идеальных элементов и их связей, которые выражают реальные исследуемые объекты.

Одной из проблем на современном этапе является оценка метапредметных результатов как результатов освоения метапредметных содержания и деятельности. Нами была разработана модель методики оценки метапредметных результатов у учащихся средней школы, которая основана на следующих принципах:

- усложнение заданий по мере усвоения способов деятельности;
- последовательное усвоение способов деятельности от наблюдения к проведению эксперимента;
- формирование элементов исследовательской и проектной деятельности.

Модель включает следующие элементы:

- выполнение тестовых заданий;
- решение контекстных задач, проверяющее функциональную грамотность и умения применять физические законы и теории в повседневной жизни;
- выполнение исследовательских заданий, направленных на формирование способности к осуществлению логических операций сравнения, анализа, обобщения, классификации по родовидовым признакам, установлению аналогий, отнесению к известным понятиям;
- выполнение проекта направлено на решение конкретных задач по разработке, исследованию и доказательствам выдвинутых гипотез в индивидуальном (групповом) проекте.

В данной статье предпринята попытка систематизации метапредметного содержания курса физики средней школы и предложена модель методики оценки метапредметных результатов. Необходимо отметить, что метапредметные результаты находят отражение в предметной деятельности учащихся и уровне сформированности универсальных учебных действий. Они являются связующим звеном между предметными областями и акцентируют внимание обучаемых на способах представления и обработки информации при изучении достаточно большого количества учебных дисциплин на основе обобщенных методов, приемов и способов, а также организационных форм деятельности учащихся и преподавателя.

Список использованной литературы

Хуторской А. В. Пять уровней метапредметности // Народное образование. — 2017. — № 8. — С. 69–80.

Сведения об авторе

Клеветова Татьяна Валентиновна — кандидат педагогических наук, доцент ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет» (Волгоград).

ДИАГРАММА ГЕРЦШПРУНГА — РАССЕЛА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ АСТРОНОМИИ И ЗАДАНИЯХ КИМ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ

Данная статья посвящена проблемам подготовки учащихся 11-го класса в рамках элективного курса к сдаче ЕГЭ по физике при решении заданий раздела «Элементы астрофизики».

диаграмма; наглядное пособие; моделирование; внеурочная деятельность

This article focuses on the challenges of preparing students in the 11th grade as part of an elective course for the EGE physics exam in the "Elements of Astrophysics" section.

chart; visual aid; modeling; extracurricular activities

В 2018 году в перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике включили раздел 5.4 «Элементы астрофизики». В КИМ ЕГЭ 2018 и 2019 годов задание № 24 было достаточно несложным и необходимо было выбрать два верных ответа из пяти предложенных. В КИМ 2020 года оно претерпело изменения не только в количестве выбора правильных ответов из предложенных, но и сами задания изменились и появились вопросы, связанные с более детальным знанием диаграммы Герцшпрунга — Рассела при ее отсутствии в данном вопросе. Например, «Звезда Ригель относится к бело-голубым звездам спектрального класса В»; «Звезда ϵ Возничего В относится к спектральному классу G» и др. Поэтому в рамках элективного курса «Физика в примерах и задачах» необходимо было продумать план работы с учащимися 11-го класса по выполнению задания № 24 такого типа, так как курс «Астрономия» изучался ими в 11-м классе.

Сначала учащимся было предложено с помощью программы приложений мобильного телефона нарисовать диаграмму. Затем, проанализировав, какие звезды встречаются в «Типовых экзаменационных вариантах» под редакцией М. Ю. Демидовой, учащиеся заполняли следующую таблицу:

| Название звезды | Масса (в массах Солнца) | Радиус (в радиусах Солнца) | Температура, К | Созвездие | Плотность (в плотностях воды) | Светимость | Звездная величина | Цвет |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|----------------|-----------|-------------------------------|------------|-------------------|------|
| | | | | | | | | |

Для изучения было выбрано 20 звезд: Денеб, Альдебаран, Меропа, Антарес А, ан-Ният, Мирфак, Алголь А, Ригель, Бетельгейзе, Поллукс, Садр, 40 Эридана В, Эль-Ният, Менкалинан, ϵ Возничего В, Капелла, Солнце, α Центавра А, Сириус В, Процион В.

Имея данную таблицу и диаграмму, учащиеся не только выполняли задания из типовых вариантов ЕГЭ-2020, но и сами стали придумывать задания, которые предлагали для решения на занятиях своим одноклассникам. В дальнейшем эти задания мною использовались при проведении уроков астрономии в 10-м классе. Данная диаграмма помогла решению ряда упражнений из сборника задач и упражнений А. М. Татарникова, О. С. Угольникова, Е. Н. Фадеева «Астрономия 10–11»:

№ 6.20. Какая звезда больше и во сколько раз: звезда А (светимость 10 светимостей Солнца, температура поверхности 8000 К) или звезда Б (светимость 100 светимостей Солнца, температура поверхности 3000 К).

№ 6.23. Одна звезда имеет спектральный класс А, другая — G, а их светимости одинаковы. У какой звезды больше радиус?

№ 6.31. Расставьте звезды в порядке увеличения радиуса: красный карлик, белый карлик, желтый карлик, голубая звезда главной последовательности, голубой сверхгигант, красный сверхгигант.

Ученики 10А класса решили присоединиться к нашей исследовательской деятельности и предложили мне изготовить своими руками наглядное пособие «Диаграмма Герцшпрунга — Рассела». Была создана инициативная группа из учащихся 10-го класса, продуманы материалы, из которых будет изготавливаться диаграмма, и приступили к работе, которая продолжалась в течение месяца (рис.).

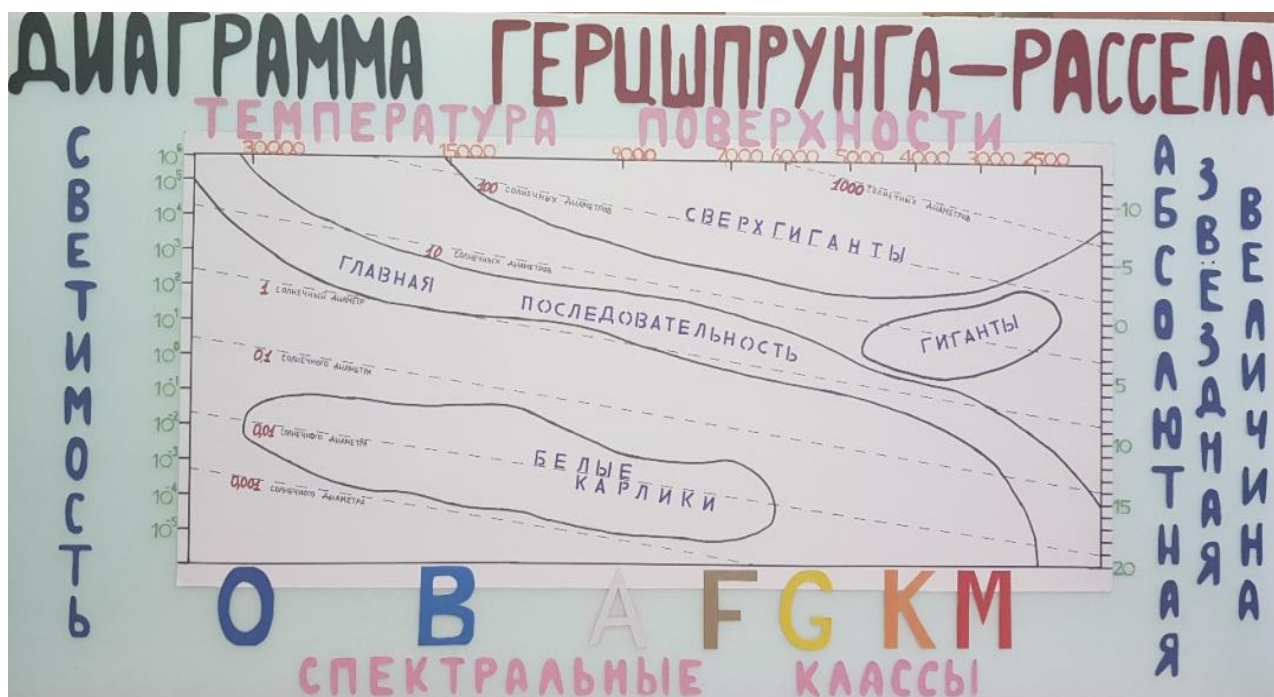


Рис. Диаграмма Герцшпрунга — Рассела, выполненная учащимися 10А класса МБОУ «Школа № 28» г. Рязани

В результате реализации данного проекта кабинет физики нашей школы пополнился очень необходимым наглядным пособием, которое в дальнейшем поможет в проведении уроков астрономии, облегчит подготовку учащихся к сдаче экзамена в форме ЕГЭ по физике, а сами учащиеся получили неоценимый опыт по изготовлению самодельных учебных пособий.

Сведения об авторе

Козлова Людмила Владимировна — учитель физики МБОУ «Школа 28» (Рязань).

**ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРУЖИННОГО
МАЯТНИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ MATHCAD
В КУРСЕ ФИЗИКИ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ**

Данная статья посвящена применению программы *Mathcad* для изучения колебаний математического и пружинного маятников на уроках физики и занятиях в объединениях дополнительного образования технической направленности

программа Mathcad; физика; лабораторные работы; маятники

This article is devoted to the application of the *Mathcad* program for studying the oscillations of mathematical and spring pendulums in physics classes and classes in the associations of additional education of a technical orientation

Mathcad program; physics; laboratory work; pendulums

Mathcad — приложение для математических и инженерных вычислений, промышленный стандарт проведения, распространения и хранения расчетов [1], продукт компании PTC — мирового лидера разработки систем САПР, PDM и PLM. *Mathcad* является универсальной системой, то есть может использоваться в любой области науки и техники — везде, где применяются математические методы.

Документы *Mathcad* представляют расчеты в виде, очень близком к стандартному математическому языку, что упрощает постановку и решение задач. *Mathcad* содержит текстовый и формульный редактор, вычислитель, средства научной и деловой графики, а также огромную базу справочной информации, как математической, так и инженерной. Редактор формул обеспечивает естественный «многоэтажный» набор формул в привычной математической нотации (деление, умножение, квадратный корень, интеграл, сумма и т. д.). Мощные средства построения графиков и диаграмм сочетают простоту использования и эффективные способы визуализации данных и подготовки отчетов.

На базе ГБОУ «Бауманская инженерная школа № 1580» функционируют практико-ориентированные спецкурсы «ЦТПО МГТУ им. Н. Э. Баумана. Решение задач по физике в среде *MathCad*» для обучающихся 7-х и 9-х классов. Их цель — поддержание и развитие интереса обучающихся к изучению физики, интеграция современных вычислительных средств в основной учебный процесс, подготовка квалифицированных студентов МГТУ имени Н. Э. Баумана. Курс состоит из трех занятий по программе физики средней школы: «Кинематика равномерного и равнопеременного прямолинейного движения», «Кинематика криволинейного движения», «Динамика движения материальной точки». Подбираемый для занятия материал по физике адаптирован под программу 7-го или 9-го класса соответственно.

Пройдя данный краткосрочный курс, обучающимся было предложено выполнить на уроке физики лабораторные работы по теме «Механические колебания»: «Изучение колебаний математического маятника» и «Изучение затухающих колебаний пружинного маятника». Данные работы они выполняли, используя те знания и навыки, которые получили на уроках краткосрочного спецкурса «Решение задач по физике в среде *MathCad*». Остановимся подробнее на каждой лабораторной работе.

В лабораторной работе «Изучение колебаний математического маятника» обучающимся предстояло:

- 1) экспериментально измерить ускорение свободного падения с помощью нитяного маятника,
- 2) экспериментально снять зависимость периода колебаний маятника от длины нити, построить на миллиметровой бумаге график зависимости по экспериментальным точкам,
- 3) построить график этой же зависимости в программе *MathCad*, сопоставить его с графиком, полученным в п. 2,
- 4) построить в программе *MathCad* графики зависимостей координаты, проекции скорости и кинетической энергии груза, совершающего колебания, от времени.

Первые два задания лабораторной работы обучающиеся выполняют всем известным способом: измеряют промежуток времени t , за который маятник длины l совершает N полных колебаний, далее решается система уравнений: $T = \frac{t}{N}$, $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, из которой выводится значение ускорения свободного падения. Далее, считая ускорение свободного падения известным, снимают зависимость периода колебаний от длины нити. Строится график на масштабной-координатной бумаге.

Затем обучающимся предстоит построить теоретическую зависимость периода колебаний от длины нити, используя программу *MathCad* (рис. 1). Также обучающиеся задают уравнения зависимостей координаты (рис. 2), проекции скорости (рис. 3) и кинетической энергии груза (рис. 4), совершающего колебания, от времени, считая колебания груза косинусоидальными:

$$x = x_{max} \cos\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right), \quad (1) \quad v_x = -x_{max} \sqrt{\frac{g}{l}} \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right) \quad (2)$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mx_{max}^2 g}{2l} \sin^2\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right) \quad (3)$$

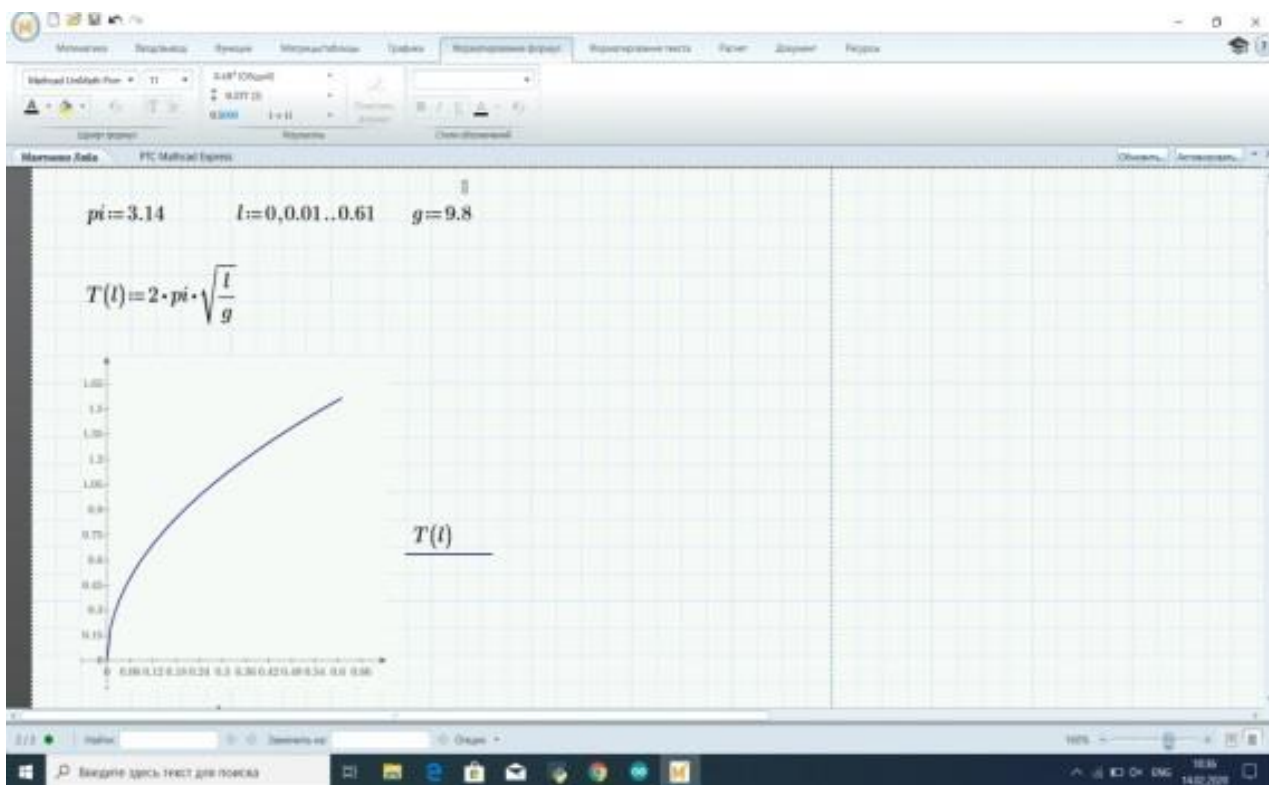


Рис. 1. Зависимость периода колебаний от длины нити

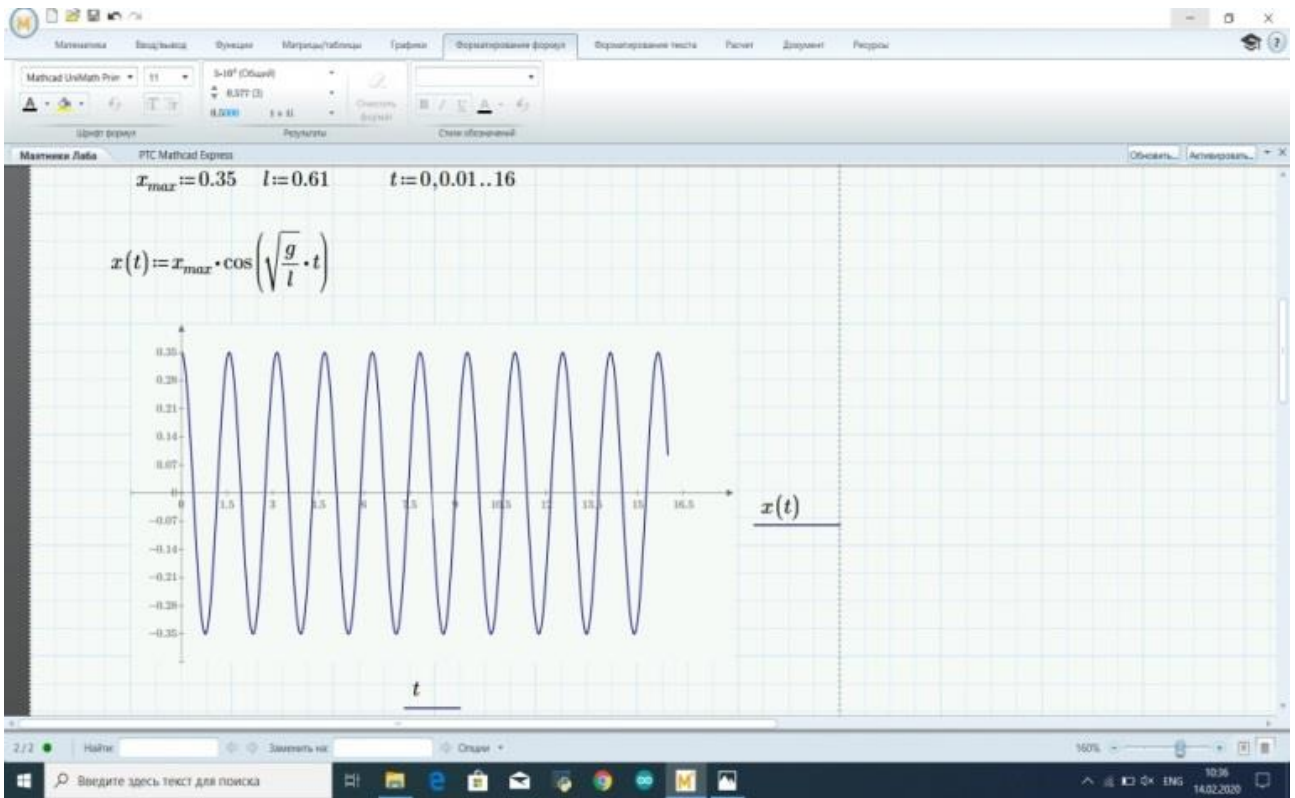


Рис. 2. Зависимость координаты x от времени

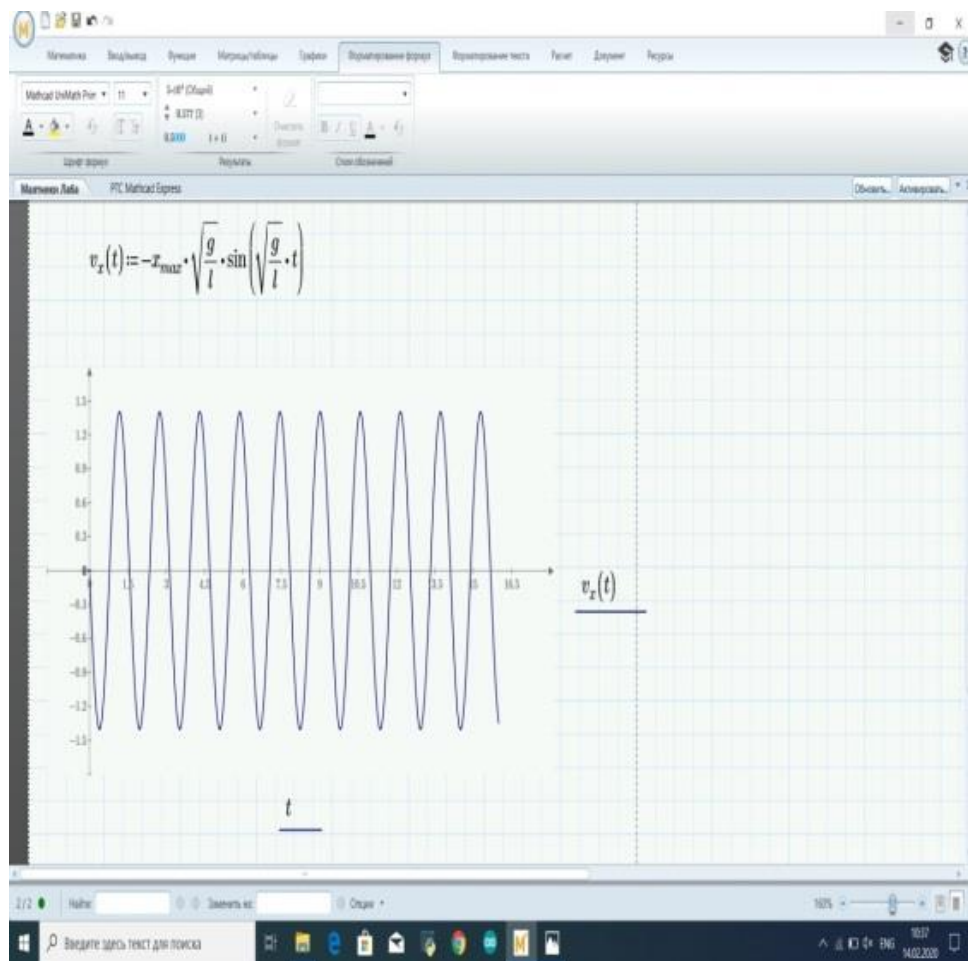


Рис. 3. Зависимость проекции скорости на ось X от времени

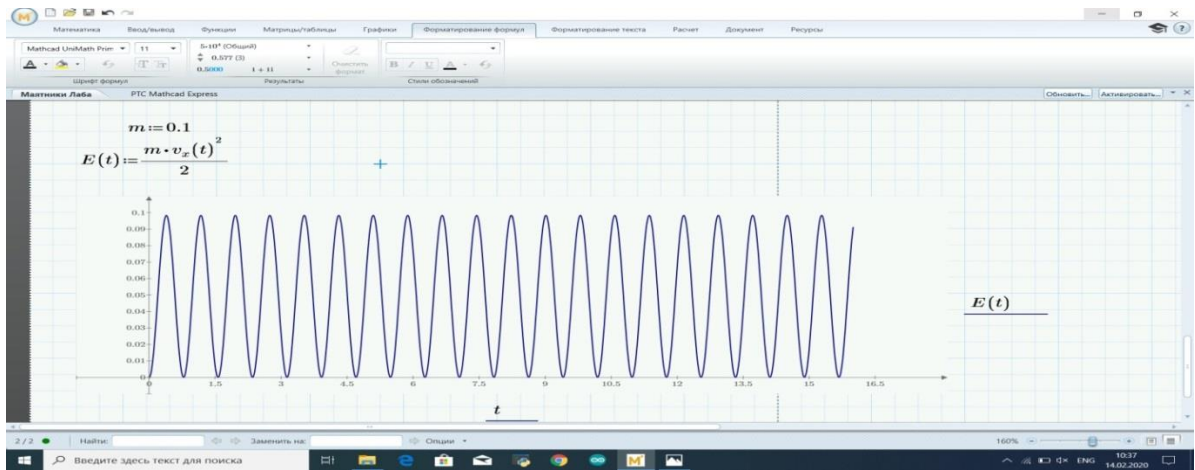


Рис. 4. Зависимость кинетической энергии от времени

В лабораторной работе «Изучение затухающих колебаний пружинного маятника» ученики должны были:

- 1) экспериментально измерить коэффициент затухания груза, совершающего колебания на пружине,
- 2) построить в программе *MathCad* графики зависимостей координаты, проекции скорости, кинетической, а также потенциальной энергии груза, совершающего колебания, от времени.

Чтобы измерить коэффициент затухания груза, совершающего колебания на пружине, обучающиеся измеряют промежуток времени, за который амплитуда колебаний уменьшится в 2 раза. Далее, зная, что амплитуда колебаний зависит от времени по закону $X_{max} = X_{max0} e^{-\beta t}$, получается соотношение $\beta = \frac{\ln 2}{t}$

Затем обучающиеся должны построить в программе *MathCad* графики зависимостей:

$x = X_{max0} e^{-\beta t} \cos \omega t$, $v_x = -\omega X_{max0} e^{-\beta t} \sin \omega t - X_{max0} e^{-\beta t} \beta \cos \omega t$, а также графики зависимости кинетической и потенциальной энергий груза, совершающего колебания (рис. 5). Обучающимся необходимо обратить внимание на то, что $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$, где ω_0 — циклическая частота незатухающих колебаний.

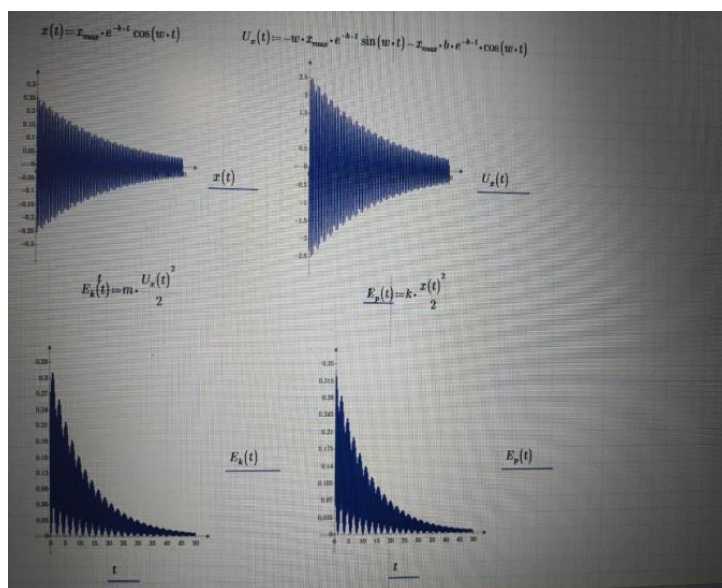


Рис. 5. Зависимости от времени координаты x , проекции скорости, кинетической и потенциальной энергий

Таким образом, на примере применения программы *MathCad* мы проиллюстрировали, что можно совместить основной учебный процесс в курсе физики и занятия в объединениях дополнительного образования технической и естественно-научной направленности. Данный подход позволяет разнообразить виды работы на уроке, сделать уроки более наглядными и увлекательными, способствует внедрению информационных технологий в учебный процесс. Обучающиеся отметили, что применение программы *MathCad* помогает им лучше усвоить учебный материал, поэтому коллектив кафедры СУНЦ-2 «Основы физики» МГТУ им. Н. Э. Баумана и преподавательская команда Центра технологической поддержки образования МГТУ им. Н. Э. Баумана продолжает работать над разработкой учебных заданий с применением программы *MathCad* в основном учебном процессе и на занятиях в объединениях дополнительного образования.

Использованный электронный ресурс

Mathcad — описание продукта и расширений. — URL : <http://ptsrussia.com/products/mathcad/mathcad-info.html> (дата обращения: 10.03.2020).

Сведения об авторах

Козьмин Евгений Владимирович — ассистент ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана», учитель физики ГБОУ «Бауманская инженерная школа № 1580» (Москва).

Соковишин Владимир Владимирович — кандидат физико-математических наук, доцент МГТУ имени Н. Э. Баумана, учитель физики ГБОУ «Бауманская инженерная школа № 1580» (Москва).

УДК 378.147.88:53

Н. В. Кокина

ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ФИЗИКЕ В ВУЗЕ

Данная статья посвящена использованию программы *Microsoft Excel* для построения графиков и анализа графической информации при выполнении лабораторных работ по физике в высшей школе. На примерах рассматривается применение уравнения линии тренда и коэффициента корреляции для наиболее точного описания графической зависимости экспериментальных данных, нахождения угла наклона прямых, возможности аналитического дифференцирования, использования градуировочных кривых.

лабораторные работы; методика преподавания физики; использование Microsoft Excel для построения графиков и анализа экспериментальных данных

This article is devoted to the use of the Microsoft Excel program for plotting and analyzing graphical information when performing laboratory work in physics at a higher school. The examples describe the use of the equation of the trend line and correlation coefficient for the most accurate description of the graphic based on experimental data; finding the angle of the direct analytical differentiation, the use of calibration curves.

laboratory work; methods of teaching physics; using Microsoft Excel for plotting and analyzing experimental data

При проведении лабораторных работ по физике часто бывает необходимо представить экспериментальные данные в виде графической зависимости, провести ее анализ и получить эмпирические значения некоторых величин. В некоторых случаях это вызывает определенные трудности у студентов как непрофильных, так и физических и технических специальностей в высшей школе. Как правило, это связано с недостаточной практикой выполнения лабораторных работ в средней школе и отсутствием в описаниях к лабораторному практикуму методики использования графического представления информации.

К типовым ошибкам обучающихся при построении графиков от руки на бумаге приводят следующие моменты:

- Одинаковый по абсолютной величине масштаб для осей ОХ и ОУ для разных по размерностям экспериментальных данных и выбор начала координат в точке $x = 0, y = 0$ в некоторых случаях не позволяет выявить точный вид зависимости экспериментальных данных.

- Выбор масштаба, который затрудняет нанесение экспериментальных точек: единице откладываемой величина соответствует не кратное число условных единиц масштаба, например, при изменении концентрации раствора на 10 % расстояние между точками по оси составляет 17 мм.

- Загромождение графика подписями значений точек на осях.

- Соединение точек отрезками и соответствующий анализ графика, который в случае линейной зависимости приводит к ошибке определения коэффициента наклона, а в случае более сложной зависимости — к ошибке определения промежуточных параметров и неверным результатам графического дифференцирования и интегрирования.

После того как обучающиеся в полной мере овладеют методикой грамотного представления экспериментальных данных в виде графиков, построенных от руки, стоит обратить их внимание на использование в ходе решения учебных задач и графического представления и анализа информации стандартного пакета программ *Microsoft Excel*.

Пример 1. При выполнении лабораторной работы «Нахождение периода полураспада радиоактивного элемента» измеряется активность A некоторого радиоактивного элемента от времени t (в данном случае для изотопа углерода ^{11}C с периодом полураспада 20,4 мин). В работе необходимо построить график зависимости логарифма активности $\ln A$ от времени t и провести через точки прямую линию. Тангенс угла наклона прямой линии по модулю будет равен постоянной распада λ . По формуле $T = \ln 2 / \lambda$ вычисляется период полураспада радиоактивного элемента. Сравнивая период полураспада с табличными данными, можно рассчитать относительную погрешность экспериментального значения периода полураспада.

Для построения графика зависимости логарифма активности $\ln A$ от времени t в пакете программ *Microsoft Excel* необходимо построить точечную диаграмму с маркерами, подписать оси и ввести название диаграммы [1, с. 56]. Выделив диаграмму мышью, перейти на вкладку «Работа с диаграммами» — «Макет» — «Анализ» — «Линия тренда» — «Дополнительные параметры линии тренда». В окне «Формат линии тренда» во вкладке «Параметры линии тренда» выбрать «Линейная», «показывать уравнение на диаграмме» и «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации R^2 » (рис.1а). На фоне диаграммы появится линейное уравнение вида $y = ax + b$, полученное с помощью метода наименьших квадратов, а также величина достоверности аппроксимации, равная квадрату коэффициента корреляции r . На графике (рис.1б) появится прямая линия — линия регрессии (линия тренда). В уравнении $y = -0,341x + 12,152$ коэффициент наклона (тангенс угла наклона прямой) равен $-0,341$. Коэффициент корреляции R равен квадратному корню из величины R^2 : $R = -0,9998$ (знак коэффициента корреляции выбирается таким же, как и знак коэффициента наклона). По значению коэффициента корреляции R можно сделать вывод о виде и силе связи между значениями X и Y . Между X и Y наблюдается сильная положительная связь, если $+0,7 \leq R \leq +1$; между X и Y наблюдается сильная отрицательная связь, если $-1 \leq R \leq -0,7$; между X и Y связь

отсутствует, если $|R| \rightarrow 0$. В данном примере постоянная распада $\lambda = 0,341$, период полураспада 20,33 мин, относительная ошибка определения периода полураспада $\approx 0,4\%$. Стоит отметить, что при обычной обработке экспериментальных данных ошибка составляет не менее 1%.

При необходимости на график можно добавить свои значения планок погрешностей: «Работа с диаграммами» — «Макет» — «Анализ» — «Панели погрешностей» — «Дополнительные параметры панелей погрешностей».

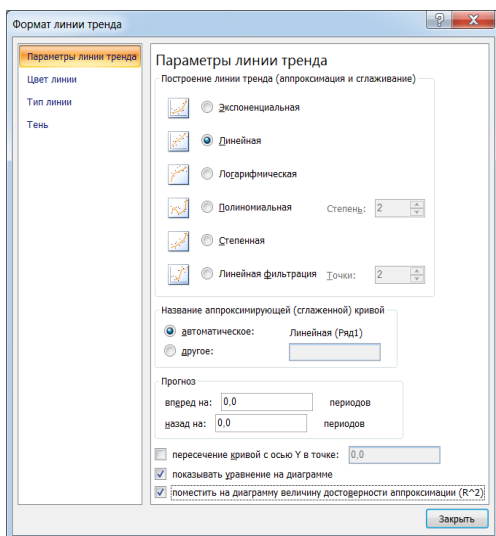


Рис. 1а. Выбор параметров линии тренда

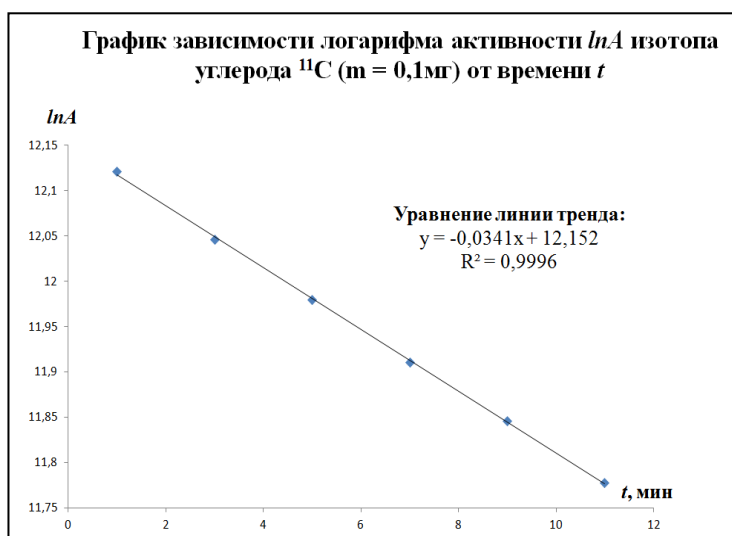


Рис. 1б. Пример линейной аппроксимации экспериментальных точек с помощью линии тренда

Пример 2. В лабораторной работе «Дисперсия призмы» находится зависимость показателя преломления n от длины волны λ для призм из стекла «флинт» и «крон», дисперсии вещества $dn/d\lambda$ и угловые дисперсии призм. Величину $dn/d\lambda$ можно определить графически, проводя от руки касательные к точкам кривой зависимости n от λ (в качестве эталонного источника света используется ртутная лампа). Тангенс угла наклона касательных и будет равен дисперсии вещества $dn/d\lambda$. Стоит отметить, что погрешность этого метода в значительной степени зависит от точности построения графика. Для аналитического определения $dn/d\lambda$ строятся графики зависимости n от λ в программе *Microsoft Excel*. Для построенных точек в качестве линии тренда выбирается полином второй степени. Уравнение полиномиальной линии тренда $y = 6,89 \cdot 10^{-9}x^2 - 9,22 \cdot 10^{-5}x + 2,03$ и квадрат коэффициента корреляции, равный 1, выносятся на диаграмму (рис. 2). Полученное уравнение аналитически дифференцируется по переменной x (в данном уравнении роль x играет длина волны λ): $dy/dx = 13,78 \cdot 10^{-9}x - 9,22 \cdot 10^{-5}$. Далее рассчитывается производная dy/dx в точках $x = \lambda$. Эти значения будут равны $dn/d\lambda$, что позволит найти угловую дисперсию призм из разного сорта стекла.

Пример 3. Аналогичный способ автоматического построения графиков может быть использован для построения градуировочных кривых в физическом и химическом эксперименте. На рисунке 3 приведен график зависимости длины световой волны λ от показаний делений монохроматора (точки на графике соответствуют спектру ртути). Уравнение линии тренда, представляющей собой полином второй степени, имеет вид: $y = 4,58 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,408x + 4150$. Это уравнение позволяет найти длины волн другого источника света в видимом диапазоне аналитически $\lambda = y(x)$ по значениям делений барабана x . Аппроксимация экспериментальных точек полиномами большей степени (третьей, четвертой и т. д.) приводит к незначительному улучшению коэффициента корреляции от имеющегося значения 0,999 до 1, но искажает вид плавного соединения точек.

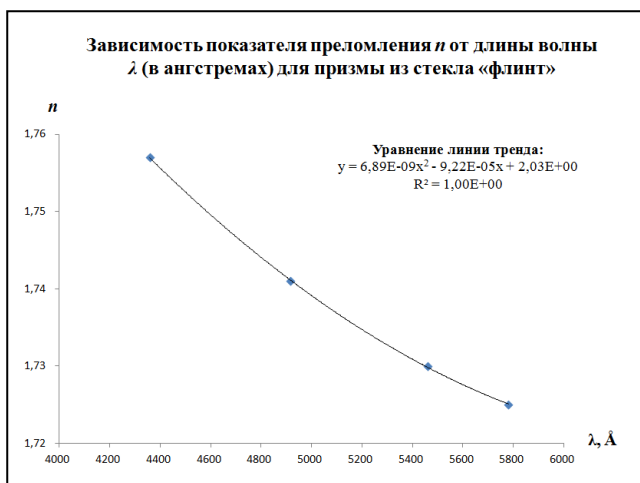


Рис. 2. Аппроксимация зависимости показателя преломления призмы от длины световой волны полиномом второй степени

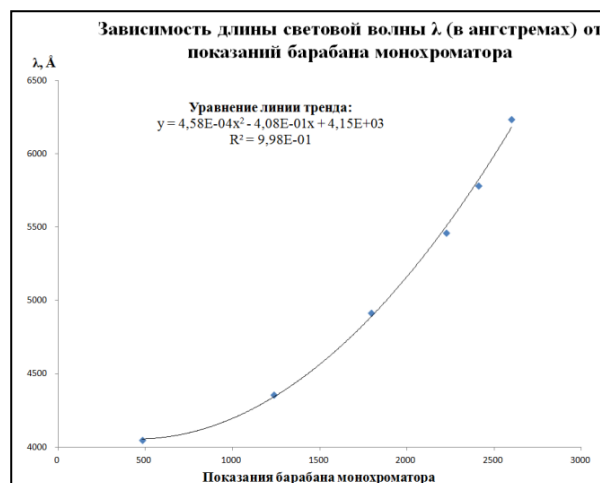


Рис. 3. Аппроксимация градуировочной кривой монохроматора полиномиальной линией тренда

Таким образом, для графического представления результатов измерений можно использовать широко распространенный стандартный пакет программ *Microsoft Excel*. Рассмотренная методика будет полезна при выполнении лабораторных работ по физике, химии и техническим дисциплинам в вузах, а также в старших классах школ физико-математического и химико-биологического профиля.

Список использованной литературы

Воробьева Ф. И., Воробьев Е. С. Информатика. MS Excel 2010 : учеб. пособие. — Казань : Казан. науч.-исслед. технолог. ун-т, 2014. — 100 с. — URL : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428798> (дата обращения: 25.02.2020).

Сведения об авторе

Кокина Наталья Васильевна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (Сыктывкар).

УДК 378.147:53:378.462

А. А. Корнилович

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

В работе даны обоснование и развитие метода фундаментальных физических принципов, рассмотрены условия его реализации индуктивным методом, как при изложении курса физики, так и в процессе направленного формирования познавательной деятельности студентов технических вузов. Усиление фундаментальной подготовки выпускаемых вузами специалистов выдвигает проблему резкого усиления научно-методической работы по развитию наиболее эффективных методов преподавания и изучения физики в технических вузах.

фундаментальные принципы; индуктивный метод

The paper substantiates and develops the method of fundamental physical principles. The conditions for its implementation by the inductive method both in the presentation of the physics course and in the process of directed formation of the student's cognitive activity in the technical universities are considered. Strengthening the fundamental training of specialists graduated from universities raises the problem of a sharp increase in scientific and methodological work on the development of the most effective methods of teaching and studying physics in technical universities.

fundamental principles; inductive method

В условиях возникновения новых отраслей физики и все более глубокого проникновения ее во все области современной науки и техники возникают вопросы: как преподавать физику, что действительно важно понять и чем можно пренебречь. Курс физики должен быть предназначен для физиков, инженеров, химиков, биологов. Трудности преподавания заключаются в отборе материала, изыскании методов изложения, которые обеспечивали бы в заданное короткое время достаточную по широте и глубине гармоническую в целом подготовку студентов по общему курсу физики. Дополнительную трудность представляет глубокий разрыв между современным состоянием науки и уровнем преподавания физики. Это привело к некоторой деградации состояния физики в университетах, которая проявляется в стремлении к ограниченному образованию в ущерб фундаментальным основам естествознания.

Во всем мире уже более полувека проявляется и все более углубляется «смутная неудовлетворенность» учебным процессом по физике. В настоящее время происходит стремительное развитие самой физики, значение которой резко возросло как научной основы быстро развивающейся современной техники. Физика стала могучим примером современного научного мышления. Ее роль выходит за пределы своего предмета. Каждое принципиальное продвижение на фронтах науки неизменно вызывает переоценку общетеоретических ценностей во всей физике, ломку и переосмысление самых фундаментальных представлений.

Изучая физику, можно обнаружить, что многообразие явлений природы подчиняется общим принципам. Наиболее важные фундаментальные принципы обычно просто формулируются математически. После усвоения основных принципов весь учебный материал в новой последовательности легче изучать. В физике началом является эксперимент, затем индуктивное изучение явлений, процессов, эффектов, когда интуиция изобретает. Второй этап — дедуктивный, на котором логика доказывает. Очень важно знать, что не существует логического пути, ведущего от опытных фактов и единичных наблюдений к открытию новых законов и теорий. Ньютон утверждал, что «аргументация на основании опытов и наблюдений посредством индукции не является доказательством общих заключений» [3]. Эйнштейн указывал: «Метод обобщения не определен однозначно, потому что существует множество путей его осуществления» [5]; «На опыте можно подтвердить теорию, но нет пути от опыта к построению теории» [6]. Результаты теории часто имеют конечное время жизни, а результаты эксперимента ограничены условиями, но безграничны во времени.

Любое научное познание начинается с индуктивных этапов, с образного представления физических явлений, переходит к понятиям, определениям физических величин, основанных на методах измерений, исходных физических принципах, заканчивается теоретическим анализом и применениями частных случаев. «Истинно творческая сущность любого продвижения вперед в человеческом познании состоит в том, что теория, понятие, определение физической величины, принцип, закон и метод измерения навеки неотъемлемые друг от друга, возникают в неразрывном единстве друг с другом [4]. Для развития как творческого, так и продуктивного мышления студентов наиболее важными являются начальные индуктивные этапы познания, когда наступает сознательный поиск средств для достижения ясно видимой, но непосредственно недоступной цели. Продвижение вперед в науке часто совершается с помощью интуиции в терминах общих идей. Только потом работа облачается в броню формул и цепь строгих доказательств. Созидание, воображение, сопоставление, интуиция и индукция играют важную роль в творческом процессе и настоящем понимании. Конструк-

тивный способ, идущий от частного к общему и избегающий догматического принуждения, надежнее ведет к самостоятельному творческому мышлению. Более глубокое понимание и усвоение приходит в результате анализа примеров и практики.

Индуктивный метод требует вести обучение не научным, а элементарным способом. Наука не возникла в том виде, в котором она излагается в качестве готового самостоятельного объекта. Человеческий ум открывает и познает сначала конкретное, частное, из чего впоследствии развивает общее. Элементарное обучение схватывает и развивает задатки обучаемого в самой их основе.

При изложении некоторых вопросов современной физики ввиду математических затруднений большинство основных соотношений не выводится, а дается в готовом виде, при этом все внимание сосредоточивается на обсуждении следствий из этих соотношений. Очевидно, такой метод изложения не вполне правилен. Это придает догматический характер изложению и затрудняет подготовку студента к экзамену. Запомнить готовые формулы студентам очень трудно, поэтому не следует избегать простых математических преобразований и выводов. Приближенные методы особенно эффективны на начальных этапах изучения физики как предмета. На начальных этапах естественным образом следует вводить идеи специальной теории относительности и некоторые положения квантовой механики.

На основании принципа относительности можно просто определить время движения, собственное время, скорость, импульс, массу и энергию тела. Электродинамику легче изучать с позиций специальной теории относительности (СТО). Эйнштейн замечал, что электродинамика обязана СТО уменьшением числа независимых гипотез. На основе СТО легко получаются законы преобразования параметров электрического и магнитного полей, а также другие законы электродинамики.

Статистическую термодинамику легче изучать с позиций квантовой механики, чем на основе классической механики. Классический подход преобладал так долго лишь потому, что он быстро приводит к законам идеальных газов и к выражениям для их теплоемкостей при высоких температурах, но эта легкость обманчива. Еще Паули замечал, что особенно странным кажется, что в термодинамике необходимо всюду делать строгое различие между теплотой и работой, хотя первое начало говорит об их эквивалентности.

Только статистическая интерпретация понятий и законов (энтропия, температура, химический потенциал, давление, начала термодинамики и т. д.) делает их наглядными и конструктивными. Предполагаемый подход на основании принципов равной вероятности любого доступного квантового состояния и максимального значения числа состояний равновесной системы частиц ведет к ясному пониманию энтропии, простым выводам законов распределения для тождественных частиц, для атомов и молекул, законам идеального газа и теплоемкости твердых тел при низких температурах.

Началом изучения курса физики является эксперимент и фундаментальные физические принципы, пронизывающие всю физику. Основывать понятия следует на методах измерения и физических принципах.

Преподавание — особое искусство. Каждый хороший преподаватель отличается от любого другого хорошего преподавателя своим набором умений и приемов. Сложно дать общее предписание как преподавать физику, поскольку каждый должен следовать указаниям собственного разума.

Ученый математического склада ума решает задачу, отбрасывая трудности, всегда выбирая путь наименьшего логического сопротивления, считая, что истина заключается в стройности основных идей. Прикладной ученый признает важность всех видов погрешностей, определяет границы применения расчетных соотношений, считает точность методов ограниченной исследуемой областью, факты ставит выше блеска интеллекта и всегда верит, что истина заключается в согласии с фактами. Инженер ищет ясный, эффективный, самый рациональный, наименее расточительный метод решения проблемы. Физик же стремится найти общий принцип, на котором основано решение проблемы. Преследуя одну и ту же цель, они отдают предпочтение различным средствам.

Можно условно выделить два этапа познания: первый — индуктивный, а второй — дедуктивный. На начальном этапе изучения физики следует развивать преимущественно индуктивный метод. Для реализации этого метода рекомендуется сочетать способы решения фундаментальных и прикладных задач, постоянно переосмысливать вновь созданные наукой и практикой и разрабатывать задания для студентов с учетом всех аспектов индуктивного метода. Этот метод основан на исследовании преподавателем тщательно подобранных, ключевых, характерных, важных образцовых примеров. Студентам, в свою очередь, дается задание исследовать на доступном им уровне аспекты предложенного им примера, найти решение и следствия из этого решения. Специальными заданиями рекомендуется направленно формировать у студентов умения переходить от простого к сложному, от конкретного к абстрактному, к анализу через синтез, рассуждать по аналогии, обобщать, сравнивать эксперимент с теорией, определять границы применимости полученных знаний. Тогда студент получает возможность принять участие в разработке способов получения новых знаний, отличных от изложенных в учебнике, и найти свой индивидуальный способ изучения проблем, не требующий большого времени на ее усвоение.

Решение задач — специфическое достижение разума, которое можно отнести к одному из видов мыслительной деятельности. Мышление творческое, если оно создает средства для решения будущих задач. Мышление продуктивное, если оно приводит к решению данной конкретной задачи. Повторение одного и того же приема без какого бы ни было продвижения вперед — рутинный метод, ведущий к патовой ситуации. Каждая решенная задача должна становиться образцом для решения других задач. Продвижение по уровням обобщения от простого к сложному через задачи внутри задач приводит к методу решения проблемы. Тогда задача становится типичным примером и образцом для целого раздела науки. Обучение по образцовым задачам является элементом парадигматического обучения.

Индуктивный метод позволяет эффективно исследовать различные моделируемые физические процессы, успешно реализовывать принципы индивидуализации и визуализации учебного процесса. Изменяя исходные условия изучения проблемы, такой метод позволяет успешно продвигаться по уровням обобщения и переходить к качественно новым эффектам.

Применение индуктивного метода, развитого на основе фундаментальных принципов в учебных пособиях [1, 2], позволяет студентам, не перегружая память, получать новые знания с одновременным формированием умений, характеризующихся широтой переноса на другие изучаемые предметы, устойчивостью, системностью, высокой мерой свернутости, взаимосвязанностью и большой информационной емкостью.

Рассмотренный индуктивный метод преподавания физики эффективен для обучения студентов младших курсов при энергичном увлечении преподавателя предметом. Реализация этого метода требует в частном примере вскрывать элементы общей теории, исходя из основных физических принципов, и через синтез переходить к анализу по мере усвоения студентами основ дифференцирования и интегрирования.

Список использованной литературы

1. Корнилович А. А. Избранные главы физики : учеб. пособие. — Новосибирск : Новосиб. гос. техн. ун-т, 2000. — 38 с.
2. Корнилович А. А. Физика в примерах : учеб. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосиб. гос. техн. ун-т, 2003. — 280 с.
3. Ньютон И. Оптика или трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света : моногр. — М. : Гос. изд-во технико-теоретич. лит., 1954. — 368 с.
4. Тейлор Ф., Уилер Дж. А. Физика пространства-времени : моногр. — М. : Мир, 1971. — 125 с.
5. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. : в 4 т. — М. : Наука, 1967. — Т. 4. — 599 с.
6. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квантов : моногр. — М. : Наука, 1965. — 328 с.

Сведения об авторе

Корнилович Александр Антонович — доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина» (Рязань).

ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

В статье приводится описание практического опыта организации процесса обучения физике путем проведения интегрированных занятий и викторин.

методика обучения физике; межпредметная интеграция; викторина

The article describes the practical experience of organizing the process of teaching physics through integrated lessons and quizzes.

the method of physics teaching; interdisciplinary integration; quizzes

Межпредметная интеграция — современный способ взаимодействия с учащимися для успешного усвоения материала. Она применима ко всем школьным дисциплинам, но особенно эффективно проявляет себя в рамках сложных предметов. В их число, конечно, входит физика, законы и принципы которой становятся понятными детям только после сравнения с привычными явлениями, поэтому плюсов у данной методики нового поколения невероятно много.

Чтобы школьники научились понимать связь между причиной и следствием, начали активно изучать окружающую среду, осознавали фундаментальные законы существования, с интересом искали ответы на поставленные вопросы, важно выбрать правильную форму проведения интегрированного занятия. Одной из успешных форм организации учебного занятия с целью пробуждения интереса к изучению различных вопросов являются викторины. Примером такой викторины является популярная игра «Поле чудес», в рамках которой можно объяснить на простых примерах сложные явления и понятия. Она привлекает внимание детей, помогает рассказать о сложных физических процессах, терминах, фактах. В результате школьники учатся:

- размышлять над информацией;
- точно и интересно формулировать вопросы;
- в игровой форме приходить к правильному ответу;
- сопоставлять факты и выдвигать свои гипотезы.

Все это позволяет им осознать логику физического явления, проникнуть в его суть, визуально, тактильно и на слух определить законы физического мира. Это очень ценно для подрастающего поколения, которое в силу своего возраста таким способом постигает неизвестное.

Дадим пример того, как можно вызвать интерес к закону интерференции волн сотрясений, появляющихся в момент обгона машин или при их встрече. В своей педагогической практике мной была рассказана история в рамках тематической игры «Поле чудес» между 9, 10 и 11-м классами. Вопрос одного из туров касался знаменитой Дороги жизни, пролежавшей через Ладожское озеро к блокадному Ленинграду. Именно тогда было замечено, что лед выдерживал тяжелогруженный транспорт, но трескался при движении полупустых и пустых грузовиков. Почему? Ответ на этот вопрос нашел физикохимик Павел Павлович Кобеко. Его открытие уберегло жизни многих блокадников, единственным спасением которых в осажденном городе стала ниточка, проходившая по льду к Большой земле [1].

Дети на практике учатся понимать причинно-следственные связи, осмысливать действия и осознавать, что у любого явления есть обоснованное объяснение. И все, что происходит, имеет под собой физическую основу, поскольку теоретическая межпредметная интеграция подразумевает взаимосвязь на уровне теорий и законов. Благодаря тому, что эта

прогрессивная методика базируется на общепринятом школьном курсе, учащиеся комплексно осваивают дисциплины — не только физику, но и другие предметы, то есть подтягивают знания в рамках программы.

Хорошую поддержку в этом оказывают гуманитарные предметы, которые даются школьникам проще всего. Так, в проводимом мной конкурсе «Поле чудес» в одном из туров есть вопрос о создателе самого маневренного и легкого истребителя времен Второй мировой. Причем такую тему можно связать с фрагментом любого произведения о войне. Наиболее впечатляющей является история героя Алексея Петровича Маресьева, послужившего прототипом главного персонажа книги Б. Полевого «Повесть о настоящем человеке».

Вопрос посвящен знаменитому российскому конструктору Александру Сергеевичу Яковлеву — родоначальнику серии всемирно известных самолетов «Як», в том числе со взлетной массой около 2650 кг. Ему же принадлежит разработка летательных аппаратов с вертикальными и короткими взлетом-посадкой, сверхзвуковых разведчиков, бомбардировщиков и перехватчиков. В частности, две трети истребителей, участвовавших в Великой Отечественной войне, появились в его конструкторском бюро. Легкоманевренным самолетам требовалось всего 4,1 минуты для подъема на 5-километровую высоту [4].

У ребят появляется неподдельный интерес к физике — некогда «скучному» и «ненужному» предмету. Они начинают активнее принимать участие в обсуждении, высказывают собственные предположения, стремятся разобраться в вопросе. Межпредметная интеграция приобретает новую форму: она становится средством перехода на более высокую ступень знаний. Школьники приобщаются к поиску не только исторических, но физических данных, которые подтвердили бы или опровергли приведенные факты. Они становятся мыслящими наблюдателями, совмещая теорию с практикой и формируя картину правильного мироустройства.

Физика прекрасно дополняет любые уроки, что позволяет сделать их интегрированными. Даже литература дает широкое поле для размышления над необычными явлениями, которые, безусловно, имеют физическую основу. Стоит только прочитать сказку А. С. Пушкина о золотом петушке, поворачивающемся туда, откуда «...Ожидать тебе войны, / Иль набега силы бранной, / Иль другой беды незваной». В тексте подразумеваются современные радиолокационные установки. Их принцип действия, конечно, тоже изучается в рамках физики. Чем больше дисциплин вовлечено в процесс, тем больше учащихся начинает интересоваться физикой, потому что одни имеют лучшую успеваемость по истории, другие — по литературе, третьи — по языку [3].

Еще один показательный пример, который можно включить уже в литературную викторину «Поле чудес», — рассказ детского писателя Н. Н. Носова «Важное решение». Его можно совместить с уроком о физических свойствах преобразования света в тепло, так как в нем упоминается о приносимой ими пользе. Книга повествует о том, как Мишка и его друг сами «изобретали» инкубатор, чтобы вывести цыплят, и какие ошибки при этом совершили [2].

Таким образом, межпредметная интеграция решает сразу несколько проблем:

- расширяет кругозор современных детей, показывая важность применения физики в обычных повседневных делах;
- упрощает школьный курс за счет поступления новых материалов, основанных на концепциях параллельных дисциплин и наук;
- устраняет «конкуренцию» между учебными предметами, подчеркивая их единство;
- помогает успешно усваивать тему детям с разным типом восприятия информации — зрительным, кинестетическим, аудиальным.

Последний пункт успешно решается интеграцией физики с музыкой на уроке о природе звуковой механической волны. Например, для разбора характеристик звука используют камертон и отрывки из опер. Они помогают просто, понятно и наглядно объяснить такие сложные явления, как тембр, тон, высота, громкость. Для этого учащимся предлагается в игровой форме распределить подобранные мной фрагменты в порядке возрастания (или убывания) амплитуды звуковых колебаний. Дети сначала слушают каждый отрывок, а потом называют,

какие из них выше по амплитуде. В частности, для игры используется видеозапись оперы «Богема» Дж. Пуччини в исполнении дуэта А. Нетребко и Ю. Эйвазова. Благодаря ей дети наглядно узнают: при равных амплитудах чем больше частота, тем громче звуки.

Таким образом, в рамках методики интеграции школьных предметов следует отметить, что для повышения заинтересованности учащихся и улучшения понимания такой трудной дисциплины, как физика, нужно лишь умело воспользоваться учебными планами школьных предметов, заостряя внимание школьников на понятной им теме.

Список использованной литературы

1. Кесаманлы М. Ф., Кесаманлы Ф. П. Политехники, прославившие нашу страну. Член-корреспондент АН СССР Павел Павлович Кобеко // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. — 2012. — № 4. — С. 255–261.
2. Носов Н. Н. Веселая семейка. — М. : Эксмо, 2011. — 112 с.
3. Пушкин А. С. Сказка о золотом петушке // Полн. собр. соч. : в 10 т. — Л. : Наука : Ленингр. отд-ние, 1977–1979. — Т. 4 : Поэмы. Сказки, 1977. — С. 358–363.
4. Якубович Н. В. Неизвестный Яковлев : «Железный» авиаконструктор. — М. : Яуза : Эксмо, 2012. — 672 с.

Сведения об авторе

Котовская Екатерина Александровна — учитель физики МБОУ «Рыбновская средняя школа № 2» (Рязанская обл.).

УДК 372.853:373.57

А. В. Мишина, С. Н. Лузикова, Е. Ю. Круткова

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ КУРСАХ

Данная статья посвящена изучению эффективности дополнительной подготовки к сдаче ЕГЭ по физике в формате работы курсов. Оценка подготовительной работы традиционно складывается по результату экзамена, однако полученный результат можно спрогнозировать путем изучения динамики подготовленности учащихся по отношению к их начальному уровню знаний. В работе проанализированы результаты проведенного исследования, отражающего характер изменений уровня знаний учащихся, посещающих вузовские подготовительные курсы.

подготовительные курсы; ЕГЭ по физике; мониторинг успеваемости

This article is devoted to studying the effectiveness of additional training to pass the exam in physics course work format. Evaluation of the preparatory work has traditionally formed by the result of the examination, however, the result can be predicted by studying the dynamics of the students' preparedness in relation to their initial level of knowledge. The paper analyzes the results of the study, reflecting the nature of changes in the level of knowledge of students attending university preparation courses.

preparatory courses; exam in physics; performance monitoring

Эффективность образовательной деятельности вуза неразрывно связана с уровнем подготовки и осознанной мотивацией абитуриентов, прошедших конкурсный отбор на первый курс. В связи с этим основную нагрузку в деле формирования необходимых для учебы в вузе

знаний, умений и навыков несет школьное профильное образование. Критерием подготовленности выпускников школ к обучению в высшем учебном заведении на сегодняшний день является результат ЕГЭ, поэтому общеобразовательная школа, помимо реализации целей просвещения, ставит задачу максимально эффективной подготовки учащихся к выпускным экзаменам в данном формате.

Вместе с тем в настоящее время наблюдается устойчивый спрос на дополнительные образовательные услуги при подготовке к ЕГЭ [1]. Он обусловлен как социальными, так и индивидуально-психологическими факторами. К социальным часто относятся такие аспекты, как невозможность обучения в профильном классе из-за его отсутствия в школе, а также поступление в вуз после окончания средних специальных учебных заведений или демобилизации из вооруженных сил. Индивидуально-психологические факторы чаще всего включают в себя пробелы в освоении дисциплины, поздняя переориентация направления профильной дисциплины и т. д. Исходя из амбиций, а также социальных и финансовых возможностей, учащиеся выбирают приемлемые для них формы дополнительных занятий: индивидуальная работа с репетитором, обучение на подготовительных курсах, факультативные занятия в школе. На этом этапе выбора, помимо оценивания своих индивидуальных возможностей к обучению, важно иметь представление об общей среднестатистической результативности занятий в той или иной форме.

Многолетние исследования влияния на результаты ЕГЭ дополнительной подготовки к поступлению в вуз, проводимые И. А. Праховым с 2009 по 2015 год, показывают, что результативность занятий, независимо от формы проведения, существенно отличается в различных группах населения [2, 3]. К факторам различия относятся финансовые возможности семьи, многодетность и полнота семьи, пол абитуриентов, проживание в крупных городах и т. д. Усредненно анализ показал, что положительный эффект от посещения специализированных подготовительных курсов имеет «весьма умеренный» характер и добавляет к результату ЕГЭ около 2–3 баллов (при 20–30 % стандартного отклонения). Занятия с репетитором, согласно тому же анализу, эффективны только по русскому языку (дополнительные 3,8 балла). Остальные виды подготовки, к которым И. А. Прахов относит и самоподготовку, малоэффективны или даже понижают результат ЕГЭ на 2,1–2,5 балла. Для выявления данных зависимостей анализировались общероссийские статистические данные по образованию, а также обрабатывались статистические данные опросов студентов первого курса и их родителей.

Эффективность работы тех или иных подготовительных курсов оценивается, как правило, посредством анализа результатов, полученных учащимися на испытаниях ЕГЭ. Эти данные имеют итоговый характер и не отражают динамику подготовленности обучающихся к экзаменам по отношению к их начальному уровню знаний. Цель авторов данной статьи состояла в том, чтобы, во-первых, провести исследование, отражающее характер изменений уровня знаний учащихся, посещающих курсы подготовки к ЕГЭ по физике, и, во-вторых, сопоставить полученный результат со статистической оценкой И. А. Прахова о значимости посещения подготовительных курсов для получения «дополнительных» баллов к оценке ЕГЭ.

Исследование проводилось на базе подготовительных курсов, организованных при Тверском государственном техническом университете в 2019–2020 учебном году. Дисциплинарный курс физики излагался по плану еженедельных одноразовых трехчасовых занятий в течение 8 месяцев. Для анализа были использованы результаты контрольных работ и тестирования в двух группах по 13 человек, занятия в которых проводили разные преподаватели. Набор в группы был проведен без предварительного селективного тестирования; основной контингент учащихся — одиннадцатиклассники.

Исследование должно было отразить характер изменения уровня знаний как результата занятий именно на подготовительных курсах, а обучающимися являлись одиннадцатиклассники, у которых физика параллельно излагалась на уроках, поэтому для анализа были использованы темы по дисциплинарным разделам, уже пройденным в полном объеме по программе 10-го класса: механика, МКТ и термодинамика, электростатика и постоянный ток.

Занятия по физике на подготовительных курсах начались с входного тестирования в формате ЕГЭ по указанным разделам. В дальнейшем, в течение четырех месяцев, темы данных разделов были рассмотрены в текущем режиме с акцентом на требования ЕГЭ и с дополнительным мониторингом успеваемости. В итоге сравнивались результаты входного тестирования и аналогичного тестирования по тем же темам по прошествии четырех месяцев. На диаграмме ниже представлен сравнительный результат правильно решенных заданий для отдельных тем и в среднем по пройденной разделам физики (рис.).

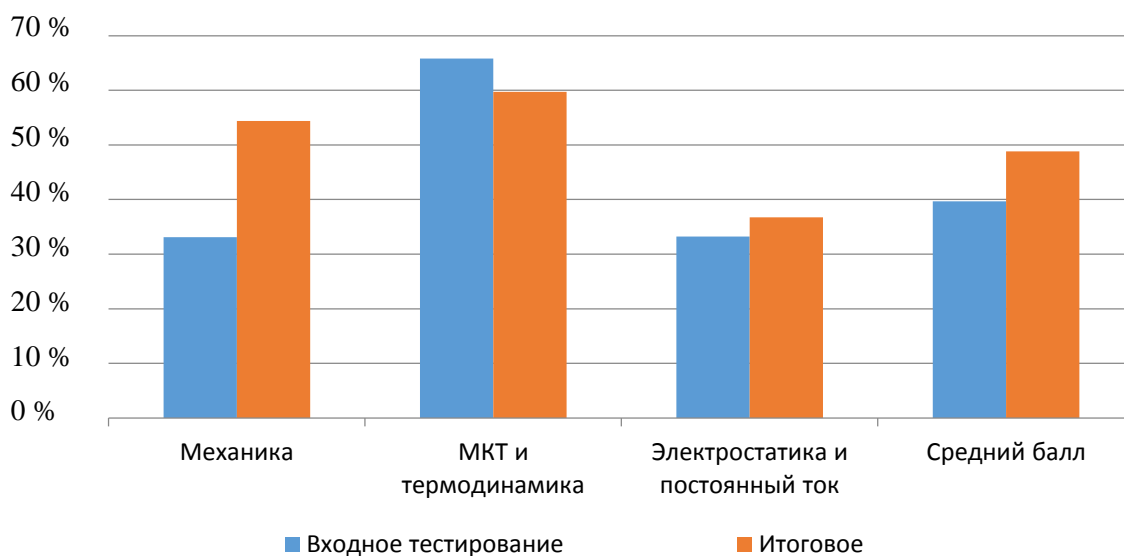


Рис. Сравнительный результат правильно решенных заданий

Анализ показывает, что средняя подготовленность учащихся за время обучения на курсах возросла на 9 %. Этот результат в три раза выше, чем указывается в работах И. А. Прахова. Однако следует учесть, что проверка знаний осуществлялась на ограниченном материале, не охватывающем разделы физики, изучаемые в 11-м классе школьной программы. А именно они включают в себя определенные темы, традиционно являющиеся наиболее трудными для освоения, такие как колебания и магнетизм. Кроме того, контроль осуществлялся в условиях, несопоставимых по психологическому напряжению с условиями сдачи ЕГЭ в череду выпускных экзаменов. Анализ результатов показывает, что повторение тем механики, как правило, дает устойчивое упрочнение знаний. Относительное снижение успеваемости по темам МКТ и «Термодинамика» отражает тот факт, что повторение этих разделов физики приходится в основном на предновогоднее время и зимние каникулы и сопровождается большим количеством пропусков занятий со стороны учащихся. Результат сравнительного тестирования указывает на необходимость дополнительной проработки этих тем.

В заключение следует отметить, что проведенный мониторинг интересен, прежде всего, самим учащимся. Сопоставление собственных исходных результатов с достижениями на промежуточном этапе подготовки позволяет скорректировать усилия, стимулирует с большей внимательностью относиться к изучению последующих тем, а также позволяет более объективно оценивать свои возможности.

Список использованной литературы

1. Перцев А. В., Карнаух И. Наука выбирать и поступать : кн. 2. — Litres, 2017. — 319 с.
2. Прахов И. А. Единый государственный экзамен и детерминанты результативности абитуриентов: роль инвестиций в подготовку к поступлению // Прикладная эконометрика. — 2012. — № 3 (27). — С. 86–108.
3. Прахов И. А. Динамика инвестиций и отдача от дополнительной подготовки к поступлению в вуз // Прикладная эконометрика. — 2015. — № 1 (37). — С. 107–124.

Сведения об авторах

Мишина Анна Витальевна — доцент ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (Тверь).

Лузикова Светлана Николаевна — кандидат филологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (Тверь).

Круткова Елена Юрьевна — кандидат физико-математических наук ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (Тверь).

УДК 373.546:53

Е. В. Тинина

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБЩЕГО И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИКА»

В данной статье рассматривается процесс обучения и профессиональной ориентации в профильных классах общеобразовательных школ; подробно описывается реализация дополнительного обучения на примере дисциплины «Физика»

высшее образование; общее образование; класс; профильный; обучение; физика

This article discusses the learning process and vocational guidance in the specialized classes of secondary schools; describes in detail the implementation of additional training on the example of the discipline “Physics”

higher education; general education; class; profile; training; physics

Целью любого образования является получение качественных знаний и умений, необходимых для дальнейшего становления человека, выбора приоритетов и возможной профессиональной деятельности. Действующая государственная программа развития образования ставит своей целью вывести на новый уровень российское образование, сделать его конкурентным и дееспособным по отношению к мировым стандартам, направить весь процесс обучения на решение перспективных задач экономики.

Центральную позицию во всей вертикали образования должны занимать высшие учебные заведения, становясь базой в системе непрерывного профессионального образования «школа — вуз — предприятие» [3]. Именно они могут проводить поэтапную работу с учащимися, начиная со школьной скамьи.

Несколько лет назад в старших классах школ введено профильное образование. Основа его в том, что по результатам выпускных экзаменов девятых классов школьникам рекомендуется продолжить обучение через систему профильных классов, перечень которых утвержден министерством образования. Получается, что профильное обучение — это специализированная подготовка в старших классах школы. Школьники получают углубленные знания по профильным предметам в той области, с которой они предполагают связать себя профессионально, поэтому на данном этапе обучения и должно начинаться взаимодействие вуза и школы [1]. Организация процесса взаимодействия моделируется так, чтобы учащиеся профильных классов участвовали в мероприятиях института научного, воспитательного и спортивного плана; для них должны организовываться мастер-классы, экскурсии в лаборатории и на предприятия — партнеры вуза, профработа. Важной считается и школа юных математиков

и физиков, в работе которой задействованы преподаватели вуза. Такое взаимодействие дает плюсы и институту: формируется контингент «своих» абитуриентов, многие выпускники — учащиеся профильных классов — поступают именно в этот вуз и добиваются высоких показателей как в учебной, так и в научной деятельности [2].

Если рассматривать технические направления высшего образования, то для учащихся профильных классов должно вестись преподавание широкого круга естественно-научных дисциплин, но уже на другом уровне и преподавателями института. Глубокие знания помогут повысить конкурентоспособность при поступлении в вузы, так как обеспечивается более высокий балл за ЕГЭ. Особенно это касается дисциплины «Физика». Курс физики обладает универсальностью с точки зрения приемлемости. Он включает в себя огромный понятийный и математический аппарат, а сам служит базой для других дисциплин. Сложность же освоения физики в школе заключается в том, что ни количество часов, ни учебные пособия, ни методология обучения не соответствуют требованиям сдачи ОГЭ и ЕГЭ. А сами эти экзамены не дают необходимых знаний для дальнейшего изучения физики и других спецдисциплин в институте. Именно поэтому в работе профессорско-преподавательского состава со школьниками должен быть упор и на качество знаний, и на более интенсивную подготовку к выпускным экзаменам.

Экзамен по физике сдают не только выпускники физико-математических классов, где в два-три раза больше уроков по этому предмету. Если к математике готовят весь класс, то по физике такая тотальная возможность в большинстве случаев исключается, а подготовка этих школьников идет у репетиторов. Институт может помочь таким учащимся: это, прежде всего, занятия в малых группах для профильных классов или в школе юных физиков — до пяти человек, что будет дополнением к урокам (еще два часа к школьному курсу), обучение по другим пособиям, более углубленное изучение всех тем, решение задач повышенной сложности и олимпиадного уровня. Малые группы обеспечивают индивидуальный подход к каждому обучающемуся. Занятия должны строиться параллельно с темами в школе, нужно увеличивать количество различных заданий и вариантов. На этих занятиях можно проводить и физические диктанты, которые требуют быстрых ответов на вопросы, и коллективные решения сложных задач, например мозговые штурмы, и писать физическое эссе как одно из заданий на ЕГЭ. Решение прикладных и технических задач, близких к физике, поможет учащимся развить свои мыслительные способности, дополнительно натренировать память и смекалку, что важно при сдаче экзаменов. Также полезно проводить занятия в виде игры «Вопросы-ответы», где ученики сами составляют вопросы (может быть, и действительно ими не очень понятые) и сами на них отвечают, а преподаватель контролирует процесс и помогает с ответами.

Если занятия проводятся в стенах института, то их можно организовать в лабораториях физики. Технические вузы располагают мощной базой для проведения лабораторных занятий для студентов. Лабораторное оборудование охватывает все темы курса физики, включая компьютерное моделирование физических процессов. Для школьников это будет дополнением к их знаниям и умениям, дополнительными навыками работы с различными приборами, потому что они устроены и работают по-другому, чем устройства и приспособления в школьном лабораторном практикуме.

Работа в малых группах накладывает на преподавателей определенную ответственность, так как необходимо подбирать материал разных уровней сложности для более эффективного обучения с перспективой лучшего усвоения всей школьной программы и успешной сдачи ОГЭ и ЕГЭ.

Очень интересно и более качественно может проходить такая работа при одновременном преподавании одного педагога и в школе, и в институте. Психологически это комфортно для учеников, они увереннее себя чувствуют, более доверяют этому наставнику. В свою очередь, преподаватель и учитель в одном лице лучше знает ребят, переживает, больше ощущает ответственность за их знания и будущее. Такой педагог курирует учащихся профильных классов во всех мероприятиях института, может общаться с педагогами школы и родителями. Все это имеет важный воспитательный момент для подростков, влияет на их становление и выбор дальнейшей ступени обучения.

В целом в ходе такой работы нужно стремиться развивать у школьников дополнительную мотивацию к обучению, обеспечивать эффективность усвоения знаний и осуществлять пропаганду высшего технического образования. Тесные взаимоотношения между школой и вузом способствуют тому, что учащиеся знакомятся со студенческой жизнью, привыкают к новым условиям, чтобы через год-другой осознанно и без страха перейти к высшему профессиональному образованию.

Список использованной литературы

1. Мельник Г. И., Тинина Е. В., Трунина О. Е. Методы реализации инновационной программы по профессиональной ориентации абитуриентов // Сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. «Развитие науки и образования в современном мире» : в 6 ч. — М. : АР-Консалт, 2015. — Ч. 5. — 169 с.

2. Мурог И. А., Гнидо В. Ф., Тинина Е. В. Непрерывное профессиональное образование как фактор повышения качества подготовки выпускников в институте // Сб. науч. тр. XIX Междунар. науч.-практ. конф. «Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее». — Пенза : Наука и Просвещение. — 2019. — 240 с.

3. Мурог И. А., Тинина Е. В. Система непрерывного профессионального образования в институте // Современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. XV Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. — Пенза : Наука и Просвещение, 2018. — Ч. 2. — 248 с.

Сведения об авторе

Тинина Елена Валериевна — кандидат технических наук, доцент Рязанского института (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», учитель физики МБОУ «Ордена “Знак Почета” гимназия № 2 имени И. П. Павлова» (Рязань).

УДК 371.671.11::53:377.561

В. Н. Федорова, Е. В. Фаустов

ОБ УЧЕБНИКЕ «ФИЗИКА» ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧИЛИЩ И КОЛЛЕДЖЕЙ

Данная статья посвящена рассмотрению учебника для медицинских училищ и колледжей.

физические понятия; явления и законы; медико-биологические системы; таблицы основных понятий и формул; решение задач

This article is devoted to the consideration of a textbook for medical schools and colleges.

physical concepts; phenomena and laws; biomedical systems; tables of basic concepts and formulas; problem solving

В статье рассматривается следующий учебный источник: Федорова В. Н., Фаустов Е. В. Физика : учеб. для училищ и колледжей. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Гэотар-Медиа, 2019. 400 с.

Качественное проведение учебного процесса требует использования разнообразной учебно-методической литературы. Это позволяет сделать процесс обучения более эффективным, а усвоение материала более глубоким. К сожалению, в последние десятилетия

интенсивность развития естественных наук в России снизилась, что негативно отразилось на учебных программах среднего профессионального образования. Отсутствие единой программы, сокращение количества часов, отводимых на изучение курса физики в школах и училищах, привело к существенному снижению уровня знаний учащихся.

Отсутствие систематизированных знаний по физике чревато самыми негативными последствиями в любой отрасли, в том числе здравоохранении. Нельзя недооценивать тот факт, что показатель качества медицинского образования тесно связан с изучением физики. Эта связь обусловлена прежде всего:

– объективными физическими законами, которым подчиняются физиологические процессы как на уровне клетки, так и на уровне функционирования всего организма, его взаимодействия с окружающей средой;

– физическими принципами, составляющими базу современных методов диагностики и лечения заболеваний, в частности физическими законами, лежащими в основе устройства и принципов действия современных медицинских приборов и аппаратов.

Авторы учебника имеют 40-летний опыт преподавания физики в медвузах, на подготовительных курсах, в лицейских медицинских классах.

Учебник подготовлен в соответствии с программой для среднего профессионального образования. Материал соответствует примерной учебной программе дисциплины «Физика» для специальностей 060109 «Сестринское дело 51», 060110 «Лабораторная диагностика 51» (базовый уровень среднего профессионального образования).

Рассматриваемый учебник содержит систематическое изложение материала всего школьного курса физики и элементов астрофизики, касающихся современных представлений о Вселенной. Материал излагается последовательно, со всеми необходимыми пояснениями и математическими выводами. Физические понятия и формулы каждого раздела систематизируются в виде итоговых таблиц. В конце каждого раздела изложена методика решения основных типов задач, а также сами задачи с полным объяснением хода их решения (150 задач).

Материал учебника имеет как фундаментальный, так и прикладной характер, поскольку содержит ту информацию о биологических тканях и органах в норме и при развитии патологии, которая будет непосредственно востребована в профессиональной деятельности выпускников медучилищ.

Учебник содержит 13 глав по курсу физики и главу, в которой рассматриваются современные космологические представления:

Глава 1. Кинематика.

Глава 2. Динамика. Элементы статики.

Глава 3. Законы сохранения в механике.

Глава 4. Свойства жидкостей. Гидростатика.

Глава 5. Основы молекулярно-кинетической теории.

Глава 6. Основы термодинамики.

Глава 7. Электростатика.

Глава 8. Постоянный электрический ток.

Глава 9. Магнитное поле. Электромагнитная индукция.

Глава 10. Механические колебания и волны.

Глава 11. Электромагнитные колебания и волны.

Глава 12. Волновая и геометрическая оптика.

Глава 13. Квантовая физика.

Глава 14. Эволюция Вселенной.

При изложении материала использована Международная система единиц (СИ), однако для некоторых понятий приведены и внесистемные единицы измерения, применяемые в медицинской практике.

Наряду с изложением курса физики в учебнике подробно разобраны и вопросы, касающиеся медико-биологических аспектов применения физических законов и понятий:

Гл. 2. Вес тела. Перегрузки и невесомость. Воздействие перегрузок и невесомости на человека. Негативные эффекты, связанные с длительным пребыванием человека в состоянии невесомости, и профилактические мероприятия для их предотвращения. Рычаги первого, второго и третьего рода. Их роль в опорно-двигательном аппарате.

Гл. 3. Работа и мощность человека. Динамическая и статическая работа мышц.

Гл. 4. Физические явления, связанные с погружением водолаза на большую глубину. Меры безопасности при подъеме с больших глубин. Кровеносная система человека. Роль гидростатического давления крови при возникновении патологий нижних конечностей и в нарушении питания головного мозга.

Гл. 5. Применение высоких и низких температур в медицине. Физические основы криогенной медицины. Физические основы легочного дыхания. Капиллярные явления в физиологических процессах.

Гл. 6. Тепловые двигатели и охрана окружающей среды. Физические основы терморегуляции живого организма.

Гл. 7. Биопотенциалы. Диагностические электрографические методы в медицине.

Гл. 8. Действие постоянного тока на человека. Постоянный ток в физиотерапии.

Гл. 9. Магнитобиология. Биомagnetизм. Магнитное поле Земли и его роль в защите биологической жизни.

Гл. 10. Механические колебания в жизнедеятельности человека. Вибрация и ее применение в медицине. Звук. Звуковые методы исследования.

Гл. 11. RLC цепочки в сети переменного тока. Импеданс. Векторные диаграммы. Эквивалентные цепочки биологических тканей. Воздействие электромагнитных волн на организм человека.

Гл. 13. Фотобиологические процессы. Особенности лазерного излучения. Биофизические действия ионизирующего излучения. Изотопы, их диагностическое и терапевтическое применение.

Учебник содержит 226 иллюстраций (почти все собственные) и обширный материал для самостоятельной и внеаудиторной работы, в том числе рекомендуемая литература (40 источников). Учебник предназначен для учащихся и преподавателей медицинских училищ и колледжей, а также для средней школы и всех интересующихся физикой.

Список использованной литературы

Федорова В. Н., Фаустов Е. В. Физика : учеб. для училищ и колледжей. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Гэотар-Медиа, 2019. — 400 с.

Сведения об авторах

Федорова Валентина Николаевна — доктор биологических наук, профессор ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Фаустов Евгений Витальевич — кандидат технических наук, доцент.

ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Статья посвящена актуальным вопросам организации образовательного процесса в средней школе на основе межпредметной интеграции. Представлены межпредметные связи физики и математики.

обучение физике; обучение математике; межпредметная интеграция

The article is devoted to topical issues of the organization of the educational process in high school based on intersubject integration. Intersubject connections of physics and mathematics are presented.

teaching physics; teaching mathematics; intersubject integration

В настоящее время резко увеличивается объем информации, подлежащий усвоению в период школьного обучения, особое значение приобретает задача формирования умений и навыков самостоятельной работы. В педагогической практике актуален поиск наиболее эффективных способов средств активизации познавательной деятельности учащихся. Одним из способов активизации умственной деятельности является применение в процессе обучения практических заданий из разных областей, например физики, химии, биологии и т. д. Необходимость связи между учебными предметами сегодня диктуется дидактическими принципами обучения, воспитательными задачами школы, связью обучения с жизнью, подготовкой учащихся к практической деятельности.

Особенность современной науки — синтез знаний о мире — требует такого обучения, чтобы показывалась учащимся и усваивалась ими идея взаимосвязи и взаимообусловленности явлений реальной действительности, которые находят свое отражение в учебных предметах.

Благодаря же межпредметным связям у учащихся формируется цельное представление о явлениях природы и взаимосвязи между ними. С помощью многосторонних межпредметных связей не только решаются задачи обучения, развития и воспитания учащихся, но также закладывается фундамент для решения сложных проблем реальной действительности, поэтому межпредметные связи являются важным условием комплексного подхода в обучении и воспитании школьников.

Реализация межпредметных связей не может происходить сама по себе: для этого нужна специальная организация учебного материала и самого процесса обучения, направленная на установление этих связей. Для того чтобы межпредметные контакты стали достоянием сознания учащихся, следует включать материал о них в учебно-познавательную деятельность. Учителю необходимо, прежде всего, отбирать материал, который представляет межпредметные связи, выбирать формы обучения им.

Специфика таких уроков состоит в том, что чаще всего они проводятся учителями двух или нескольких предметов. Подготовка урока идет совместно, заранее определяется объем и глубина раскрытия материала, последовательность его изучения. Часто таким урокам предшествуют домашние задания с использованием знаний двух или трех предметов.

Приемы осуществления межпредметных связей можно условно разделить на две группы: обычные методы и приемы, но ориентированные на установление межпредметных связей, и новые, специфичные для межпредметных связей и обогащающие сложившуюся систему методов обучения.

Наиболее эффективны методы реализации межпредметных связей, направленные на активизацию умственной деятельности, развитие навыков самостоятельной работы учащихся.

Полезны специально разработанные с этой целью задания, требующие от учащихся обобщенного знания из различных учебных предметов [1].

Большой интерес вызывают у учащихся межпредметные задания проблемного характера. Общим для ряда учебных предметов приемом создания проблемных ситуаций является постановка перед учащимися вопросов в форме познавательной задачи, требующей высказывания предположения и его обоснования.

Взаимосвязь учебных предметов физики и математики отражает взаимосвязь наук физики и математики, которая определяется наличием у них общей предметной области. Взаимосвязь этих наук выражается во взаимосвязи их идей и методов, которую можно условно разделить на три вида:

1) физика ставит задачи и создает необходимые для их решения математические методы, которые в дальнейшем служат базой для развития математической теории (теория дифференциального исчисления Ньютона для решения задачи о движении тел);

2) развитая математическая теория используется для анализа физических явлений, что часто приводит к созданию новой физической теории (теория электромагнитного поля Максвелла), которая в свою очередь приводит к развитию физической картины мира (в данном примере — электродинамической) и возникновению новых физических проблем (специальная теория относительности);

3) физическая теория в своем развитии опирается на математический аппарат, который развивается и совершенствуется по мере его использования в физике (общая теория относительности и тензорный анализ, квантовая механика и матричное исчисление, элементарные частицы и теория групп).

Взаимосвязи физики и математики носят двусторонний характер. В таблице в качестве примера показана реализация межпредметных связей физики и математики в 9–10-х классах.

Таблица

Реализация межпредметных связей в курсе физики и математики

| <i>Что нужно из курса математики физике?</i> | <i>Что физика дает математике?</i> |
|---|---|
| Вектор и операции над векторами | Примеры векторных величин (s , v , a , F) и операции над ними |
| Система координат Радианная мера угла, соотношение между радианом и градусом | Плоская и пространственная декартовы системы координат |
| Линейная функция, ее график | Решение задач, помогающих формированию математического языка Уравнения координаты $x = x_0 + v_x t$ и скорости $v = v_{0x} + a_x t$, графики движения |
| Квадратная функция и квадратное уравнение | Уравнение координаты $x = x_0 + v_{0x} t + a_x t^2 / 2$, уравнение траектории $y = f(x)$ |
| Понятия о тригонометрических функциях | Зависимость координаты колеблющегося тела от времени $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ |

В последнее время в программах и учебниках усиливается математизация курсов физики. При изучении физики целенаправленно применяются понятия пропорции, вектора, производной, функций, графиков и др. Так, движение рассматривается как производная функции координаты от времени, а ускорение — как производная скорости от времени при равноускоренном движении.

Математические приемы в физике учителя использует весьма часто в разных целях:

– для выражения законов в общей и точной форме;

- вывода тех или иных закономерностей из некоторых теоретических предпосылок;
- преобразований выведенных формул в другие;
- нахождения таких величин, измерение которых непосредственно невозможно;
- при разнообразных расчетах и решении задач.

На уроках математики школьники учатся работать с математическими выражениями, а задача преподавания физики состоит в том, чтобы ознакомить учащихся с переходом от физических явлений и связей между ними к их математическому выражению и наоборот [6]. С самого начала изучения курса физики учащиеся учатся использовать математические символы и буквенные формулы. Благодаря математике учащиеся без труда воспринимают, что математическая формула служит для более краткой, сжатой записи соотношения между физическими величинами. Однако преподавателю приходится учить вкладывать в математические обозначения реальное содержание физического смысла.

Одно из центральных математических понятий в школьном курсе физики — функция. Это понятие содержит идеи изменения и соответствия, что важно для раскрытия динамики физических явлений и установления причинно-следственных отношений. В школьном курсе математики рассматривают координатный метод, изучают прямую и обратную пропорциональные зависимости, квадратичную, кубическую, показательную, логарифмическую и тригонометрические функции, строят их графики, исследуют и применяют их основные свойства. Все это позволяет школьникам осмысливать математические выражения физических законов, с помощью графиков анализировать физические явления и процессы, например всевозможные случаи механического движения, изопроцессы в газах, фазовые превращения, колебательные и волновые процессы, спектральные кривые электромагнитных излучений и др. [4].

Усвоение координатного метода помогает также сознательно применять понятие системы отсчета и принцип относительности движения при изучении всего курса физики, особенно основ теории относительности и релятивистских эффектов.

В старших классах роль математики в преподавании физики значительно повышается. Наряду с экспериментальным изучением физических явлений, учитель физики может при исследовании физических явлений широко применять и математический анализ, поскольку это соответствует уровню математической подготовки учащихся.

Знание понятия производной позволяет количественно оценить скорость изменения физических явлений и процессов во времени и пространстве, например скорость испарения жидкости, радиоактивного распада, изменения силы тока и др.

Умение дифференцировать и интегрировать открывает большие возможности для изучения колебаний и волн различной физической природы и вместе с тем для повторения основных понятий механики (скорость, ускорение) более глубоко, чем они трактовались во введении, а также для вывода формулы мощности переменного тока и др. Пользуясь идеями симметрии, с которыми учащиеся знакомятся на уроках математики, можно физически содержательно рассмотреть строение молекул и кристаллов, изучить построение изображений в плоских зеркалах и линзах, выяснить картину электрических и магнитных полей.

Тесная связь между школьными курсами физики и математики является традиционной. В результате коренной перестройки преподавания этих дисциплин связь между ними усилилась, однако имеют место и некоторые нарушения [3].

1. В ряде случаев новые математические понятия вводятся раньше на уроках физики, чем математики: понятия аргумента Δx и приращения функции Δf вводятся в математике в 10-м классе, а в курсе физики — в 9-м классе при изучении мгновенной скорости. В этом месте курса физики понятия приращения аргумента и приращения функции еще выражены нечетко, к тому же время является скалярной величиной, а перемещение — векторной, в то время как в математике 10-го класса вводится понятие приращения лишь для скалярных величин.

Разъясняя ученикам этот материал, учитель физики должен пользоваться интуитивным понятием предела, предварительно выяснив, как изменяется дробь, когда числитель неограниченно уменьшается, знаменатель неограниченно возрастает, а числитель не меняется.

2. Имеют место случаи, когда чисто математические понятия в математике не рассматриваются, а в физике вводятся и используются. В геометрии подробно рассматриваются операции сложения, вычитания векторов, умножения вектора на число и практически не используется понятие проекции вектора на ось.

3. Не всегда на уроках физики используются некоторые математические понятия, которые прочно утвердились в математике. В физике не пользуются понятием противоположно направленных векторов и нулевого вектора, хотя они известны учащимся из курса геометрии 8-го класса.

4. В учебниках физики и математики иногда используется различная терминология. Так, например, в учебниках математики вместо старого термина «абсолютная величина числа» применяется термин «модуль числа», в учебниках по физике продолжают пользоваться термином «абсолютная величина».

5. Иногда в школьных курсах математики и физики имеет место несоответствие между символикой.

Хотя эти нарушения не столь уж значительны, знание их позволит учителю физики более эффективно построить преподавание предмета.

Делая вывод по всему вышесказанному, отметим, что успешное решение задач обучения во многом зависит от реализации внутри- и межпредметных связей. Включение межпредметных связей в учебный процесс придает качественную специфику всем компонентам учебно-познавательной деятельности ученика:

- осязательно проявляется единство общих и конкретных предметных целей обучения;
- интерес к смежным предметам значительно обогащает мотивы учебной деятельности;
- содержание деятельности становится более обобщенным, объектами познания выступают общие для ряда предметов процессы и явления, идеи, теории, законы, понятия, факты и связи между ними;
- действия, способы оперирования знаниями обобщаются на базе межпредметного содержания, активизируются продуктивные процессы познания;
- успешно реализуется единство образовательных, развивающих и воспитательных целей обучения, системность знаний способствует усвоению их мировоззренческой значимости, овладению продуктивными методами познания, развитию широких интересов.

Список использованной литературы

1. Дик Ю. И., Турышев И. К. [и др.] Межпредметные связи курса физики в средней школе. — М. : Просвещение, 1987. — 190 с.
2. Иванов А. И. О взаимосвязи школьных курсов физики и математики при изучении величин // Физика в школе. — 1997. — № 7. — С. 48.
3. Кожекина Т. В., Никифоров Г. Г. Пути реализации связи с математикой в преподавании физики // Физика в школе. — 1982. — № 3. — С. 38.
4. Коробов В. А. Опыт применения математики в преподавании физики // Физика в школе. — 1991. — № 4. — С. 23.
5. Морозова О. А. Активное использование понятий и методов математического анализа в процессе преподавания темы «Электромагнитные колебания» : диплом. раб. — Кемерово : Кемеров. гос. ун-т, 1995.
6. Славская К. А. Развитие мышления и усвоение знаний / под ред. В. А. Менчинской. — М. : Просвещение, 1972.

Сведения об авторе

Федорова Наталья Борисовна — доктор педагогических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Землякова Ирина Владимировна — старший преподаватель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРАВОВОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Данная статья посвящена проблеме воспитания правовой культуры учащихся в рамках изучения физики в средней школы

образование; правовая культура; физика

This article is devoted to the problem of educating the legal culture of students in the framework of studying physics in high school

education; legal culture; physics

Построение правового государства невозможно без учета современного состояния правовой культуры. Одной из составных частей правовой культуры является правовая культура личности, включающая:

- правовые знания, правовую информацию;
- правовые убеждения и правомерное поведение;
- использование своих прав, исполнение обязанностей, отстаивание своих прав.

Таким образом, правовая культура является показателем высокого уровня развития личности, ее социализации, степени знаний и использования Конституции, законов, а также подготовку к активной работе по укреплению правопорядка. В настоящее время проблема ответственности в современном праве является одним из актуальных направлений современной отечественной цивилистики, категория же ответственности пронизывает всю законодательную систему Российской Федерации [2]. В настоящее время проблеме правовой культуры населения уделяют большое внимание ученые, политики, публицисты. Проведенные в последние годы исследования в нашей стране позволили констатировать, что уровень правовой культуры населения, в особенности молодежи, низкий [1].

Для устранения данной проблемы необходимо принятие целого комплекса мер, которые предусмотрены разными правовыми документами, в том числе государственным образовательным стандартом.

Реализация федерального компонента государственного образовательного стандарта общего образовательного стандарта по физике включает воспитание убежденности в необходимости использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации, готовности к морально-этической оценке научных достижений, чувства ответственности за окружающую среду, применение знаний для решения практических задач повседневной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды. Природа изменялась под воздействием человека с первых этапов цивилизации, но всепроникающий характер экологические проблемы приобрели в XX веке, когда началась эпоха научно-технической революции. Создание и совершенствование техносферы невозможно без развития физики, которая является основной базой для создания наукоемких технологий и новых технических средств производства.

Уровень воздействия человека на окружающую среду зависит от технической вооруженности общества. Достаточно сказать, что ядерное оружие может полностью стереть с лица Земли цивилизацию. Вместе с тем именно физики способны решить многие вопросы,

связанные с уменьшением негативного воздействия техносферы на природу. В последние годы появилось большое число работ, посвященных эколого-правовому воспитанию в процессе обучения физике в средней школе [3]. Авторы подробно описывают эколого-этические проблемы и возможности их решения, но, к сожалению, не проводят анализ нормативно-правовой базы (федеральные законы, указы Президента, постановления Правительства, нормативные акты министерств и ведомств, законы и иные нормативно-правовые акты субъектов Российской Федерации). Восполнение указанной проблемы возможно в рамках элективных курсов. В качестве примера приведем самое опасное загрязнение окружающей среды — радиоактивное, источниками которого являются атомные взрывы, производство ядерного топлива, эксплуатация атомных судов, медицинское и научное оборудование, аварии на атомных станциях и предприятиях. Ионизирующее излучение оказывает сильное поражающее действие на живые организмы. К наиболее тяжелым последствиям облучения относятся гибель клеток, повреждение хромосом, вызывающее наследственные мутации, которые могут проявиться даже через несколько поколений. В нашей стране принят федеральный закон «О радиационной безопасности населения», в котором напрямую говорится о том, что «экологическое просвещение, в том числе информирование населения о законодательстве в области охраны окружающей среды и законодательстве в области экологической безопасности, осуществляется органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями, средствами массовой информации, также организациями, осуществляющими образовательную деятельность...». (Ст. 74. Экологическое просвещение).

Таким образом, обеспечение высокого уровня образования в сфере экологии является прямой предпосылкой достаточного уровня правосознания, особенно среди молодежи, поэтому его развитие должно стать одним из направлений государственной политики в сфере экологии и образования.

Список использованной литературы

1. Ильин О. Ю. Правовая и политическая культура как условие успешной социализации индивида // Образование в XXI веке : материалы Всерос. науч. заочной конф. — Тверь : СФК-Офис, 2016. — С. 91–96.
2. Романова Н. Н., Михайлова И. А., Карасев М. В., Смыслов С. Е. Ответственность в современном гражданском праве: актуальные вопросы теории и практики : моногр. — Рязань : Концепция, 2019. — 76 с.
3. Тойганбекова Ш. М. Осуществление эколого-правового воспитания учащихся в процессе изучения физики // Научный мир Казахстана. — № 4 (32). — 2010. — С. 226–228.

Сведения об авторах

Федорова Наталья Борисовна — доктор педагогических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Смыслов Сергей Евгеньевич — кандидат юридических наук, магистрант ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

МОЛЯРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ ИДЕАЛЬНОГО ОДНОАТОМНОГО ГАЗА В ПРОЦЕССАХ С ЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ ДАВЛЕНИЯ ОТ ОБЪЕМА

Данная статья посвящена исследованию термодинамического процесса расширения идеального газа, в котором давление линейно зависит от его объема. Показано, что теплоемкость газа в таком процессе может зависеть от объема и менять знак в процессе расширения.

идеальный газ; термодинамический процесс расширения газа; теплоемкость; теплота; поглощенная газом

This article is devoted to the study of the thermodynamic process of expanding the ideal gas, in which pressure linearly depends on its volume. It is shown that the heat capacity of the gas in this process depends on the volume and can change the sign during the expansion process.

ideal gas; thermodynamic gas expansion process; heat intensity; heat absorbed by gas

В курсе физики 10-го класса средней школы, а также в вузовских курсах термодинамики и теплофизики подробно изучаются изопрцессы, происходящие с идеальным газом — изотермический, изобарический, изохорический и политропический [1, 2]. Для них рассчитаны теплоемкости газов, с помощью которых вычисляются теплоты, необходимые для осуществления этих процессов.

Рассмотрим также другие термодинамические процессы с идеальным газом, в которых давление газа линейно меняется с изменением его объема (рис. 1).

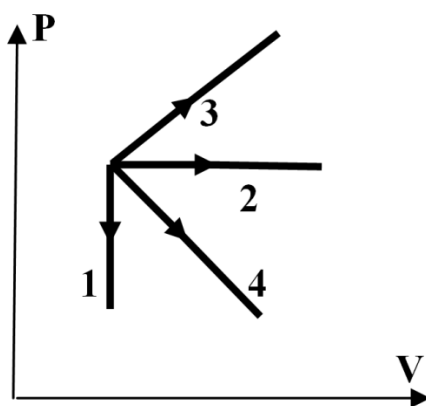


Рис. 1. Термодинамические процессы с идеальным газом

Процесс 1 — изохорный, теплоемкость одного моля ($C = \Delta Q/\Delta T$) одноатомного идеального газа в таком процессе равна: $C_v = (3/2)R$.

Процесс 2 — изобарный, для него $C_p = C_v + R = (3/2)R + R = (5/2)R$ [1,2].

В процессах 3 и 4 давление газа меняется по закону $P(V) = aV + b$, (1), где a и b — некоторые константы.

Для нахождения теплоемкости одного моля воспользуемся первым началом термодинамики:

$$\Delta Q = \Delta U + A.$$

Для малых изменений параметров одноатомного идеального газа

$$\Delta Q = (3/2)R\Delta T + P\Delta V$$

или, с учетом (1):

$$\begin{aligned}\Delta Q &= C_v\Delta T + (aV + b)\Delta V, \\ C &= \Delta Q/\Delta T = C_v + (aV + b)\Delta V/\Delta T.\end{aligned}\quad (2)$$

Из уравнения состояния идеального газа с учетом (1):

$$pV = RT \quad \text{или} \quad RT = aV^2 + bV.$$

Дифференцируя, найдем связь между малыми изменениями температуры ΔT и объемом ΔV :

$$\begin{aligned}R\Delta T &= (2aV + b)\Delta V, \\ \Delta V/\Delta T &= R/(2aV + b).\end{aligned}\quad (3)$$

Тогда для искомой теплоемкости (2) получаем:

$$C = C_v + R(aV + b)/(2aV + b).\quad (4)$$

Видно, что теплоемкость в таком процессе — величина *переменная*:

$C = C(V)$ — зависит (в общем случае) от объема в данном состоянии, а при отрицательном угловом коэффициенте прямой (как, например, для процесса 4 на рисунке 1) даже может менять свой знак.

В процессе 3 на рисунке 1 коэффициенты a и b — положительные, поэтому температура газа все время растет, теплоемкость газа всегда положительна, газ все время должен поглощать тепло. Если процесс — прямая, проходящая через начало координат ($a > 0$, $b = 0$), то, как это следует из (4), теплоемкость будет постоянной, не зависящая от объема, и равна

$$C = C_v + R/2$$

и, например, для одноатомного идеального газа

$$C = C_v + R/2 = 3R/2 + R/2 = 2R.$$

Проанализируем поведение температуры T и теплоемкости (4) в процессе 4 на рисунке 1. Будем считать a и b — положительными, тогда

$$P(V) = -aV + b.$$

Температуру найдем из уравнения Клапейрона:

$$T = PV/R = (-aV^2 + bV)/R.$$

Температура газа квадратично зависит от объема: сначала растет, достигает максимума при $V = b/(2a)$, затем при дальнейшем расширении падает.

Значение теплоемкости

$$\begin{aligned}C &= C_v + R(-aV + b)/(-2aV + b) = (3/2)R + R(-aV + b)/(-2aV + b) = \\ &= R(5b - 8aV)/(b - 4aV).\end{aligned}$$

Это теплоемкость:

$$\begin{aligned} C > 0 & \text{ при } V < b/(4a), \\ C < 0 & \text{ при } b/(4a) < V < (5b)/(8a), \\ C > 0 & \text{ при } V < (5b)/(8a). \end{aligned}$$

Для процесса, изображенного на рисунке 2, коэффициенты линейной зависимости равны:

$$a = P_0/V_0, \quad b = V_0.$$

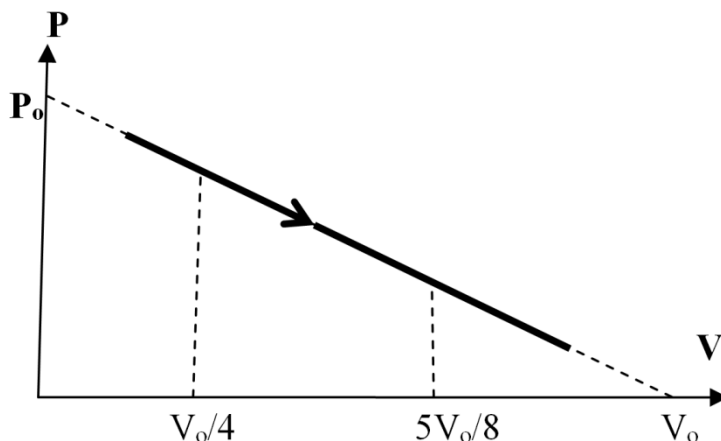


Рис. 2.

При достижении объема $V = b/(2a) = V_0/2$ температура газа достигнет максимального значения, при дальнейшем расширении газ будет остывать. Значения объемов, при которых теплоемкость будет менять знак, равны:

$$b/(4a) = V_0/4, \quad (5b)/(8a) = 5V_0/8.$$

Указанное означает, что с такими процессами следует обращаться аккуратно: при отрицательной теплоемкости при сообщении тепла газ может остывать, а при повышении температуры (например, в обратном процессе) может отдавать тепло. Это важно, например, в задачах, где требуется найти КПД тепловой машины.

Список использованной литературы

1. Кабардин О. Ф., Орлов В. А., Эвенчик Э. В. [и др.]. Физика. 10 класс : учеб. : профильный уровень / под ред. А. А. Пинского, О. Ф. Кабардина. — 13-е изд. — М. : Просвещение, 2011. — 431 с. — (Академический школьный учебник).
2. Савельев И. В. Курс общей физики. — 4-е изд., перераб. — М. : Наука, 1970. — Т. 1 : Механика, колебания и волны, молекулярная физика. — 505 с. — URL : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477374> (дата обращения: 02.03.2020).

Сведения об авторе

Юркин Валерий Михайлович — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (Сыктывкар).

Раздел 2

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЩЕМ, СРЕДНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ И ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

УДК 371.694:374

Е. Н. Моос, М. Ю. Орлов, В. А. Степанов, Е. Е. Харитоновна

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНКОВ С ЧПУ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ СРЕДНИХ КЛАССОВ

Данная статья посвящается особенностям технического образования в системе дополнительного образования. Описывается поэтапное выполнение проекта как пример обучения работе на станках с ЧПУ.

технология; образование; числовое программное управление

This article is devoted to the peculiarities of technical education in the system of additional education. The step-by-step implementation of the project is described as an example of learning to work on CNC machines.

technology; education; numerical control

Современное промышленное производство, применяющее оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ) требует от оператора определенных компетенций. Для формирования знаний необходим определенный промежуток времени. В связи с этим актуально обучать специалистов еще во время обучения в школе. Для совмещения обучения в общеобразовательном заведении и получения новых навыков удобно проходить обучение в образовательных организациях дополнительного образования. Цель данного исследования — описать технологию обучения детей для работы на станках с ЧПУ в рамках дополнительного образования на примере создания арт-объекта «Город Знаний». Задачи, которые необходимо решить для достижения цели:

- сформулировать техническое задание для создания модели арт-объекта;
- выполнить необходимые чертежи изготавливаемых объектов;
- изготовить постройки, необходимые для сборки арт-объекта «Город Знаний».

На занятиях по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Деревообработка на станках с ЧПУ» на базе ОГБУДО «Детский эколого-биологический центр» обучающиеся изготовили арт-объект «Город Знаний». Перед ними стояла цель смоделировать и изготовить следующие объекты для «Города Знаний»: основание арт-объекта, представляющее собой девятиугольник, собирающийся из центрального девятиугольника и присоединяющихся к нему трапеций, мэрия, многоэтажные дома, предназначенные для вертикального озеленения в пределах городской среды, дома для сельской местности, многоэтажные

дома с подсветкой для тепличных комплексов в пределах городской среды и окружающая дорога, соединяющая центральную площадь и районы «Города Знаний».

Основываясь на ранее полученных знаниях в рамках освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Деревообработка на станках с ЧПУ» был выполнен чертеж основания города с помощью программного обеспечения КОМПАС-3D (рис. 1).

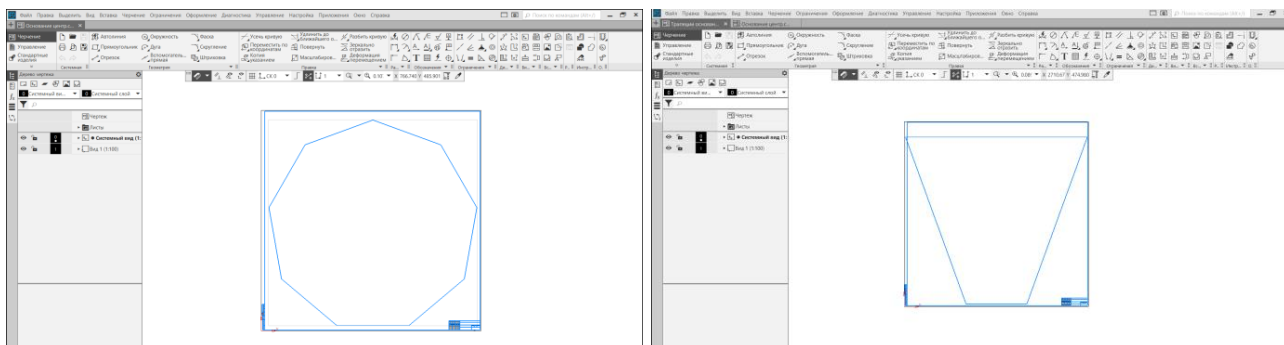


Рис. 1. Основание арт-объекта «Город Знаний»

В последующем, согласно поставленной цели, обучающиеся выполнили эскизы основных объектов «Города Знаний» (рис. 2).

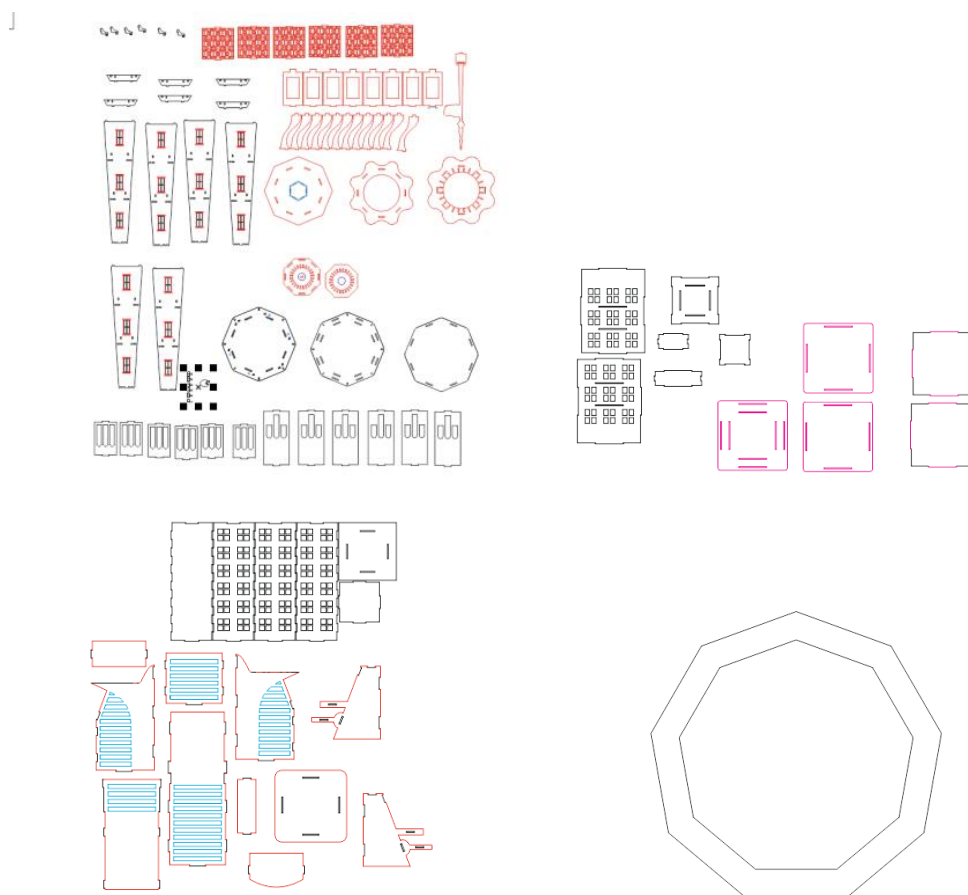


Рис. 2. Эскизы основных элементов арт-объекта

Постепенно выполняя чертежи основных зданий, обучающиеся осваивали необходимое программное обеспечение. С каждым последующим объектом задание для выполнения усложнялось, что требовало более детального изучения программного обеспечения. После выполнения всех эскизов стояла задача изготовить каждый объект.

Изготовление построек «Города Знаний» производилось на двух станках: лазерном WATTSAN 0503 и фрезерном WATTSAN A1 1313. Перед практической работой на станках с ЧПУ обучающиеся прослушали лекционный курс по устройству и основам работы на станках с ЧПУ, материаловедению и основам обработки готового изделия. Более детальное внимание уделялось особенностям конструкции и управления ЧПУ станком, поскольку без должных компетенций невозможно точно выполнить поставленную задачу.

На первом практическом занятии обучающиеся были ознакомлены с вводным инструктажем по технике безопасности, в частности при работе в мастерской и при выполнении работ на лазерном и фрезерном станках.

Здания, требующие более точного выполнения составных элементов, были выполнены на лазерном станке. Такими зданиями являлись мэрия, многоэтажные дома, предназначенные для вертикального озеленения в пределах городской среды, дома для сельской местности, а также объекты, необходимые для облагораживания территории городской среды, в частности деревья и кустарники (рис. 3).



Рис. 3. Собранные здания арт-объекта

Для изготовления объектов, требующих меньшей точности выполнения, таких как основание арт-объекта, многоэтажные дома с подсветкой для тепличных комплексов в пределах городской среды и окружающая дорога, соединяющая центральную площадь и районы города, использовался фрезерный станок. Итогом проделанной работы стал арт-объект «Город Знаний», размещенный на территории ОГБУДО «Детский эколого-биологический центр» (рис. 4).

В рамках выполнения арт-объекта «Город Знаний» обучающиеся научились выполнять чертежи согласно поставленной задаче, освоили базовые компетенции по работе на станках с ЧПУ и изготовили арт-объект, что свидетельствует о целесообразности обучения школьников работе на станках с числовым программным управлением в рамках дополнительного образования.



Рис. 4. Готовый арт-объект

Список использованной литературы

1. Большаков В., Бочков А., Сергеев А. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex. — М. : Книга по Требованию, 2010. — 336 с.
2. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. — СПб. : Питер, 2013. — 304 с.
3. Большаков В. П. Построение 3D-моделей сборок в системе автоматизированного проектирования «КОМПАС» : учеб. пособие. — СПб. : ДЭТИ, 2005.

Сведения об авторах

Моос Евгений Николаевич — доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Степанов Владимир Анатольевич — доктор физико-математических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Орлов Максим Юрьевич — магистрант ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Харитоновна Елена Евгеньевна — директор ОГБУДО «Детский эколого-биологический центр» (Рязань).

УДК 372.862

Е. Б. Петрова, Г. М. Чулкова

КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ ДИСЦИПЛИНА «ТЕХНОЛОГИЯ» В ШКОЛЕ?

В статье приводятся размышления авторов о том, какой должна быть сегодня дисциплина «Технология», кто должен ее преподавать и как. Какое место в современном обществе занимает ручной труд?

технология; методика преподавания технологии

The article presents the authors' reflections on what the discipline "technology" should be today, who should teach it, and how. What place does manual labor occupy in modern society?

technology; methods of teaching technology

К написанию этой статьи нас подтолкнуло несколько событий, произошедших в последнее время. Одним из них явилось участие в написании учебника «Технологии», другим — присутствие на защите диссертации, связанной с совершенствованием преподавания технологии [2].

Современный школьный предмет «Технология» стал преемником того, что ранее называлось «Трудовое обучение». Раньше было понятно, чему нужно было учить школьников — приобщать к труду, формировать умения, необходимые в жизни по обслуживанию своих потребностей в питании, одежде и др.

Однако тот качественный скачок в сознании людей, который произошел в последнее время, никак не согласуется с представлениями о ручном труде. Современный образ жизни, который сложился у людей в последние годы, не способствует мотивации учащихся к труду: продукты можно заказать по интернету или телефону, и их принесут домой; еду можно не готовить, ее тоже принесут домой; заниматься изготовлением каких-либо предметов, сопутствующих нашей жизни, например шить одежду, вышивать или делать какие-либо бытовые предметы, тоже не нужно. Наше отношение к этим предметам также кардинальным образом

изменилось. Никто теперь не дорожит ими, никто не перешивает одежду, не ремонтирует старые холодильники и др. Некоторые умения, которым когда-то нас учили на уроках труда, и вовсе вышли из обихода. Взять хотя бы слова, которые их обозначают. Знаете ли вы, что такое штопка, штоковка или как перелицевать одежду? Теперь попробуем найти хотя бы несколько доводов для ученика, чтобы убедить его в необходимости учиться делать совок или табуретку собственноручно.

Ни в коем случае не стоит думать, что мы призываем к отказу от физического труда. Нет, мы как раз являемся его поборниками. Каким образом учителя технологии будут готовить школьников к будущей профессии?

На наш взгляд, есть только один путь. Изменить идею обучения — учиться следует не ради того, чтобы научиться делать какие-то материальные предметы, а сделать акцент на том, что делать эти предметы нужно творчески. Чтобы этот предмет получился не просто качественным и красивым, но еще и оригинальным, отражающим видение и представления об этом предмете конкретного ученика.

Современные дети не будут делать что-либо только потому, что в этом есть необходимость, обусловленная учебной программой. Правильно замечено учителем технологии, что у ученика должен быть мотив к деятельности, то есть он должен понимать, ради чего необходимо выполнять ту или иную деятельность [3].

Одним из действенных мотивов для учащихся стало желание участвовать в театрах показа одежды. Здесь нет деления по гендерному принципу. Напротив, всем хорошо известны примеры успешных модельеров-мужчин. Имена Вяч. Зайцева и Вал. Юдашкина хорошо известны в нашей стране и за ее пределами.

Наверное, можно привлечь учащихся и к кулинарной деятельности, если учесть, что быть популярным ресторатором также очень престижно. Однако этим вряд ли должны ограничиваться курсы современной технологии. Появляются направления, которые позволят школьникам знакомиться с высокотехнологичными системами: нанотехнологии, робототехника, электроника и т. п.

Важно учесть, что уроки современной технологии имеют интегративный характер [1, 4]. Оригинальность какого-либо созданного человеком предмета определяется в основном тогда, когда используется современное знание естественных наук. Приведем пример.

Журнал *Dezeen* приводит следующую информацию о британском дизайнере одежды Лорен Боукер (Lauren Bowker), которая сама называет себя алхимиком. В этом же журнале рассказана следующая история о дизайнере. Еще, будучи студенткой Королевского колледжа искусств, Лорен разработала необычные чернила, получившие кодовое название PdCl₂. Их необычность определялась свойством реагировать на загрязнения воздуха. Проведенные Лорен эксперименты показывали, что если атмосфера богата автомобильными выхлопами или промышленными выбросами, содержащими отравляющие вещества, чернила приобретали черный цвет. Если же уровень атмосферного кислорода в норме, то чернила приобретали желтый цвет. Дальнейшая работа над совершенствованием изобретения позволила добиться Л. Боукер еще более интересных результатов: чернила стали чувствительными не только к чистоте воздуха, но и к малейшим изменениям температуры, облучению ультрафиолетовыми лучами и даже воздействию трением. В результате одежда, изготовленная из тканей, обработанных по методу Л. Боукер, постоянно меняет цвет благодаря специальным чернилам, которыми она тщательно пропитана. Автор утверждает, что чернила подойдут почти к любым материалам. В зависимости от характеристик полотна краску можно распылить, применить метод трафаретной печати или просто обильно пропитать цветом его волокна. В таком контексте нельзя назвать предмет «Технология» второстепенным, устаревшим или неинтересным.

Итак, каким же должно быть содержание предмета «Технология» и учебника для него, чтобы учащиеся были по-настоящему заинтересованы в изучении, стремились на занятия?

Наиболее распространенным подходом к преподаванию предмета технологии является модульный. Этот подход весьма удобен, так как модули могут варьироваться достаточно произвольным образом, в зависимости от возможностей того или иного учебного заведения,

а также вкусовых пристрастий учителя. Если речь идет об учебниках, то в зависимости от видения этого предмета автором. Однако и здесь могут быть «подводные камни», которые обнаруживаются при согласовании предмета «Технология» с другими учебными предметами. Подчас содержание модулей может перекрываться материалом других предметов, таких как физика, химия и информатика. Казалось бы, в этом нет ничего плохого. Но в этом кроется и проблема: материалы некоторых тем предмета «Технология» могут быть изложены ранее аналогичных тем в других предметах. В этом случае учащиеся услышат изложение одной и той же темы в интерпретации разных учителей, что может внести некоторую путаницу в ее понимание. В этих условиях необходима тончайшая настройка образовательного процесса и четкое согласование всех связанных друг с другом предметов.

Существуют и другие подходы. По мнению М. В. Слепцовой, «большой интерес представляет детоцентристско-политехнический (детоцентристско-интегральный) подход, ориентированный на насыщение изучаемых в общеобразовательной школе гуманитарных и естественно-научных дисциплин политехническими знаниями и умениями, навыками практической работы с различными материалами и инструментами с целью наиболее полного удовлетворения потребности в знаниях. Фактически такой подход ориентирован на одаренных детей, твердо решивших связать свою дальнейшую судьбу с научно-технической деятельностью в ее передовых отраслях, таких как робототехника, микроэлектроника, радиофизика, судостроение» [5].

Этот подход ориентирован в основном на одаренных детей, а что же делать с остальными? Возникает противоречие: предмет «Технология» должен иметь направленность на знакомство учащихся с различными профессиями и способствовать профессиональной ориентации, а это в основном нужно не одаренным детям, которые, как правило, быстрее определяются с будущими профессиональными предпочтениями, а тем, кто затрудняется с выбором.

Качество подготовки учащихся очень сильно зависит от материальной базы, имеющейся в школе. В настоящее время делается достаточно много для того, чтобы обеспечить школы всевозможным инновационным оборудованием, которое позволяет действительно приобщить учащихся и к конструированию, и к реализации оригинальных инженерных решений. Работа с современным оборудованием, безусловно, привлечет многих ребят и благотворно повлияет на выбор ими профессии. И здесь мы подошли к самому главному — кто будет преподавать в таких условиях предмет «Технология»? Где взять такого умельца-учителя, который бы владел и современными технологиями, и инновационными педагогическими методиками, кроме того, был бы интересен ученикам?

Большой проблемой, на наш взгляд, является именно подготовка учителей для преподавания современных технологий. Не все учителя технологии имеют достаточную подготовку для того, чтобы преподавать каждый из модулей. В этом случае предмет «рассыпается» на модули, каждый из которых должен преподавать тот учитель, который в состоянии это делать. Так, электронику, скорее всего, должен преподавать учитель физики, робототехнику — учитель информатики, нанотехнологии — учителя физики и химии.

Скажем также несколько слов о выборе профессии. В настоящее время это становится проблемой, так как футурологи утверждают, что в условиях стремительного роста новых технологий человеку придется менять сферу деятельности несколько раз в течение трудовой жизни [6]. Так какому же труду нужно учить в школе? На наш взгляд, нужно научить детей просто любить труд и выполнять любую работу творчески и с удовольствием, относиться к труду как фактору развития, нормального, здорового образа жизни и общества в целом, и отдельного человека.

Список использованной литературы, источников и электронных ресурсов

1. Казакевич В. М., Пичугина Г. В., Семенова Г. Ю. Концептуальные подходы к преподаванию предмета «Технология» в общеобразовательных организациях // Школа и производство. — 2019. — № 3. — С. 3–14.

2. Комова О. В. Формирование социально-успешной личности школьника при интеграции формального и неформального образования в предметной области «Технология» : дис. ... канд. пед. наук. — М., 2019.

3. Кузочкина Т. А. Формирование мотивации к изучению предмета «Технология» // Психология и педагогика: методика и проблемы практического применения. — 2009. — № 5/3. — С. 119–123.

4. Пичугина Г. В., Казакевич В. М. Новый учебник технологии: направленность на формирование системных знаний // Школа и производство. — 2019. — № 7. — С. 3–9.

5. Слепцова М. В. Инновационный подход к преподаванию учебного предмета «Технология» в общеобразовательной школе // Russian Journal of Education and Psychology. — 2014. — N 12 (44). — Pp. 84–99. — URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyu-podhod-k-prepodavaniyu-uchebnogo-predmeta-tehnologiya-v-obscheobrazovatelnoy-shkole> (дата обращения: 01.02.2020).

6. Слепцова М. В. Новое направление развития учебного предмета «Технология» // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии. — 2013. — № 33. — URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/novoe-napravlenie-razvitiya-uchebnogo-predmeta-tehnologiya> (дата обращения: 02.02.2020).

Сведения об авторах

Петрова Елена Борисовна — доктор педагогических наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (Москва).

Чулкова Галина Меркурьевна — доктор физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (Москва).

УДК 37.033:372.862

Г. М. Пташкина

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В СИСТЕМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье раскрываются особенности формирования экологической культуры в системе подготовки будущих учителей технологии на примере изучения дисциплины «Материаловедение современных конструкционных материалов». Приводятся примеры использования имитационных технологий, папье-маше в курсе технологии основной школы.

материаловедение; конструкционные материалы; папье-маше; учитель технологии; предмет «Технология» в школе

The article reveals the features of the formation of environmental culture in the training system of future technology teachers on the example of studying the discipline “Materials Science of Modern Structural Materials”. Examples of the use of simulation technologies, papier-mâché, in teaching technology are given.

materials science; structural materials; papier-mâché; technology teacher; subject technology at school

Одной из важнейших задач, решаемых на этих занятиях, является расширение уже сформировавшихся основ экологической культуры, соответствующих современному уровню экологического мышления.

Одной из профессиональных задач учителя технологии становится знакомство учащихся с разносторонней преобразовательной деятельностью людей, в том числе с использованием и переработкой бытовых отходов, превращая их в удивительные и полезные вещи. В этом случае на первый план выступает формирование адекватных экологических представлений о взаимосвязях в природе, о влиянии человека на окружающую среду, формирование системы умений и навыков экологически дружелюбного поведения, формирование мотивации к практической деятельности по охране окружающей среды, к творческому применению знаний и в конечном счете становление экологической культуры.

С этой целью в образовательную программу по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль «Технология и физика» включена дисциплина «Материаловедение современных конструкционных материалов». Цель данной дисциплины заключается в формировании профессиональных компетенций у будущих учителей технологии, способных ориентироваться в широком спектре современных инновационных технологий, использующих обширный арсенал образовательных технологий для проведения учебно-воспитательной работы с учащимися при обучении своему учебному предмету.

В процессе изучения дисциплины знакомство студентов с современными материалами и технологическими процессами их переработки или преобразования рассматривается в первую очередь с точки зрения экологичности, энергосбережения и возможности вторичной переработки.

Одна из актуальных тем, рассматриваемых в данной дисциплине, — современный эко-дизайн в интерьере. Студенты знакомятся с основными экоматериалами, используемыми в современном интерьере, и технологиями их применения и преобразования, с оригинальными техниками, например папье-маше и имитационной. На сегодняшний день очень популярным является декорирование стен с помощью элементов, выполненных в технике имитации под металл, дерево или камень. Данная техника не требует больших финансовых затрат и предусматривает использование вторсырья и подручных средств, а именно бумаги и картона.

Папье-маше представляет собой массу, получаемую из смеси бумаги или картона с клеем, крахмалом с добавлением гипса или без него. В готовом виде папье-маше представляет собой плотный материал, изготовленный из измельченной и размоченной в воде бумаги (газет, картона) с добавлением клея, мела, глины. Во влажном виде смесь пластичная, легко поддается формованию, а после сушки ее можно дополнительно декорировать, раскрасить и покрыть лаком. Изделия из папье-маше отличаются большой прочностью и легкостью.

Различают несколько технологий изготовления папье-маше:

- маширование, или многослойное папье-маше (бывает нескольких видов в зависимости от того, что и как клеят);
- тесто из бумаги (из этого теста можно лепить небольшие изделия, элементы декора или покрывать ею формы-заготовки).

В процессе создания работ в технике папье-маше раскрываются безграничные возможности выражения своей индивидуальности. Студенты учатся думать, экспериментировать, искать новые формы и средства выражения.

Кроме вопросов экологического воспитания, на занятиях по материаловедению современных конструкционных материалов студенты учатся решать еще одну важную задачу обеспечения уроков технологии поделочными материалами. В результате освоения вышеуказанного курса студенты готовы применять полученные знания и умения на уроках технологии в разделе «Декоративно-прикладное творчество».

На рисунке 1 представлены работы, выполнение в технике папье-маше. Их можно выполнять на уроках технологии в рамках проектной деятельности экологической направленности.



Рис. 1. Примеры работ, выполненных в технике папье-маше

Очень красиво и органично смотрится на поделках из папье-маше декупаж и кракелюр. (рис. 2). Бесспорное преимущество данной техники в том, что изделия получаются в любом стилистическом направлении абсолютно эксклюзивными и оригинальными в своем исполнении.



Рис. 2. Поделка, выполненная в технике папье-маше с применением декупажа и кракелюра

Знакомясь с методикой проведения таких занятий, студенты — будущие учителя технологии — учатся выбирать объекты или темы для учащихся на уроках технологии основной школы, чтобы охватить совокупность рекомендуемых в программе технологических операций. При этом учитывают возрастные особенности учащихся, посильность объекта труда, возможность выполнения работ из подручных средств и материалов. Разработки таких проектов нацелены на реализацию деятельностного подхода, что соответствует требованиям

Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО). Овладение данной техникой позволяет продемонстрировать повторное использование бумаги и картона, что также свидетельствует о решении проблемы утилизации использованной бумаги и ее отходов.

Знакомство учащихся с имитационными техниками, техникой папье-маше на уроках технологии направлено на овладение учащимися трудовыми и технологическими знаниями и умениями по преобразованию и использованию материалов, информации, необходимыми для создания продуктов труда в соответствии с их предполагаемыми функциональными и эстетическими свойствами; умениями ориентироваться в мире профессий, оценивать свои профессиональные интересы и склонности к изучаемым видам трудовой деятельности, составлять жизненные и профессиональные планы; формировать культуру труда, уважительное отношение к труду и его результатам.

В заключение следует отметить, что формирование экологической культуры на уроках технологии в основной школе или в процессе освоения образовательных программ высшего образования, направленных на подготовку будущих учителей технологии, является актуальным вопросом и требует дальнейшего раскрытия и изучения.

Сведения об авторе

Пташкина Галина Михайловна — старший преподаватель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Раздел 3

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

УДК 534.29:612.79

*А. В. Биганов, В. А. Михалева, М. А. Абасов,
Е. Е. Фаустова, А. С. Богачева*

МЕХАНИЧЕСКАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ АНИЗОТРОПИЯ КОЖИ ЛИЦА

Данная статья посвящена изучению возможности использования механической анизотропии для оценки состояния кожи лица и шеи.

скорость распространения поверхностной волны; акустическая анизотропия; индивидуальные свойства кожи

This article explores the possibility of using mechanical anisotropy to assess the skin condition of the face and neck.

surface wave rate; acoustic anisotropy; individual skin properties

Введение. По изменению механических свойств кожи объективно оценивают воздействие различных косметических средств и процедур, производят сравнение результатов различных методик круговой подтяжки, вариантов лифтинга, массажа, а также криомассажа. С помощью данных о механических свойствах кожи определяют и ее тип. Актуальность механических свойств кожи в стоматологии подтверждает, что с помощью этих данных возможно предположить распределение естественного натяжения кожи, например после зубного протезирования.

Целью исследования стало выявление механической акустической анизотропии кожи лица.

Материалом была кожа лица в области щек, боковой поверхности лица, подбородка (в тех областях, в которых чаще всего имеют место травмы) у женщин (18–25 лет). Исследования проводились с использованием акустического медицинского диагностического прибора (АМДП), позволяющего измерять скорость распространения поверхностных сдвиговых волн (на частоте 1–6 кГц). Во всех указанных областях в каждой точке сканирования измерялись во взаимно-перпендикулярных направлениях скорости (V_y и V_x); по стандартной методике оценивалась акустическая анизотропия с использованием параметра акустической анизотропии ($K = V_y/V_x - 1$).

Результаты исследования. Сравнение акустических свойств кожи щек проводилось по трем линиям сканирования, проходящим через верхнюю, среднюю, нижнюю часть каждой щеки. Измерения скорости проводились в естественных вертикальном и горизонтальном направлениях (в соответствии с линиями Лангера на этом участке).

В различных линиях проявлялась либо положительная, либо отрицательная акустическая анизотропия. Иногда анизотропия отсутствовала. Для однозначного сравнения нами была выбрана отрицательная анизотропия. В верхней линии правой щеки она равна 35, средней

линии правой щеки — 52, нижней линии правой щеки — 67, верхней линии левой щеки — 30, средней линии левой щеки — 42, нижней линии левой щеки — 70.

Акустическая анизотропия в линиях сканирования проявляется по-разному. При переходе к более низким линиям сканирования возрастает число точек, в которых имеет место отрицательная анизотропия ($V_y < V_x$).

На боковой поверхности лица направление линий Лангера отличается от естественных вертикального и горизонтального направлений. Перпендикулярные направления сканирования ориентированы относительно линии, соединяющей угол рта и козелок уха. Ранее было показано, что в боковой поверхности лица целесообразно выбирать три области (они обычно задействованы в оперативных вмешательствах): центральная щечная, околоушно-жевательная, позадичелюстная. В выделенных областях преобладает положительная акустическая анизотропия относительно выбранного направления. Проявление положительной анизотропии (K^+ , %) следующее: центрально-щечная. Данные среднего типа лицевого отдела головы в боковой поверхности следующие: для центрально-щечной области — 78 %, для околоушной жевательной — 84 %, для позадичелюстной ямки — 81 %.

Исследование подбородка осуществлялось вдоль скуловых линий в 5 точках, в центре подбородка — в 1 точке. Измерения проводились вдоль естественных вертикального и горизонтального направлений. Отчетливое проявление положительной акустической анизотропии выявлено только в центре подбородка, в остальных точках преобладание положительной или отрицательной анизотропии не обнаружено.

Вывод. Таким образом, акустический метод позволил объективно выявить различный характер механической анизотропии в коже различных областей лица, что позволяет выработать тактику оперативного вмешательства с учетом индивидуальных механических свойств кожи лица.

Сведения об авторах

Биганов Алан Владимирович — аспирант ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Михалева Влада Алексеевна — студентка лечебного факультета ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Абасов Магамед Айгинович — ординатор кафедры глазных болезней ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Фаустова Екатерина Евгеньевна — кандидат медицинских наук ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Богачева Алла Сергеевна — аспирант ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского».

УДК 620.179.11:543.51

П. В. Бугров, Е. Р. Бурмистров, О. Е. Трунина

КОНТРОЛЬ ТЕКСТУРЫ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ КВАДРУПОЛЬНОГО ФИЛЬТРА МАСС

В работе предложен новый технологический метод напыления тонкопленочных покрытий, осуществляемый в условиях непрерывного контроля изделий. Способ является универсальным и предусматривает возможность напыления материалов с различными физико-химическими и адгезионными свойствами. Установка может применяться для напыления диэлектрических, полупроводниковых и магнитных пленок, а также оптических пленок, предназначенных для работы в инфракрасном (ИК) и видимом диапазоне длин волн.

квадрупольный фильтр масс; вакуум; тонкие пленки; диафрагма

© Бугров П. В., Бурмистров Е. Р., Трунина О. Е., 2020

In the present article new method of thin film coatings deposition carried out under permanent process control is proposed. The method is versatile and provides the possibility of deposition of material with different physical and chemical and adhesive properties. The plant construction proposed can be adapted for the deposition of either dielectric, semiconductor and magnetic films or optical films used for the infrared (IR) and visible light spectra.

quadrupole mass filter; vacuum; thin film coating; diaphragm; deposition

Введение. Одной из основных характеристик тонкопленочных покрытий при их нанесении является чистота. Все резистивные методы напыления предполагают испарение не только наносимого материала, но и материала тигля и адсорбированных на них атомов остаточного газа и не исключают возможности попадания адатомов на поверхность подложки. Это приводит к существенным недостаткам в текстуре пленок [1]: отрицательному влиянию глубоких примесных центров на оптические и проводящие свойства, неравномерности покрытия, образованию кристаллических структур и зародышевых зерен [2].

В данной работе предложен новый метод получения тонкопленочных покрытий, который, как предполагается, позволит исключить возможность появления указанных недостатков. В качестве решения данной проблемы авторами предлагается идея применения квадрупольного фильтра масс для отбора ионов напыляемого материала в вакуумной установке по получению пленочных покрытий. Это обеспечит высокую чистоту напыляемого изделия и непрерывный контроль на всех стадиях производства.

Предложение относится к тонкопленочной электронике и может быть использовано для формирования композитных пленочных структур.

Метод. Предложена схема вакуумной установки для нанесения тонкопленочных покрытий, конструкция которой позволяет обеспечить достижение поставленного технического результата, заключающегося в непрерывном контроле ионного состава напыляемого покрытия, а также в повышении качества получаемого тонкопленочного изделия. Рассмотрим принципиальную схему вакуумной установки, представленную на рисунке 1.

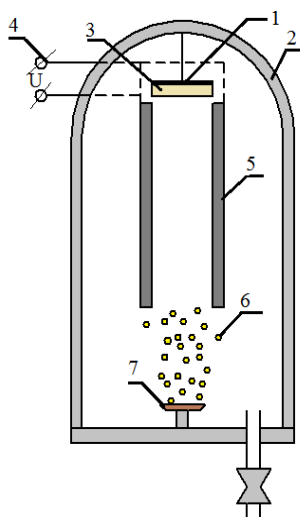


Рис. 1. Принципиальная схема вакуумной установки:

- 1 — держатель; 2 — рабочая камера; 3 — подложка; 4 — источник питания квадруполь; 5 — квадрупольный фильтр масс; 6 — ионы распыляемого материала; 7 — тигель

Устройство содержит расположенный в вакуумной камере тигель, квадрупольный фильтр масс, диафрагму и держатель с подложкой. Основным источником ионов на входе служит тигель с материалом, подвергаемым дальнейшему резистивному испарению. Как правило, методы ионизации, используемые в вакуумном напылении, классифицируют на мягкие

и жесткие. Учитывая тот факт, что в мягких методах ионизация происходит без разрушения первичного строения молекул, в работе авторами рекомендован именно данный вид ионизации.

Для повышения коллинеарности пучка и его фокусировки реализована попытка применения масс спектрометра. Находясь под действием ускоряющей разности потенциалов, частицы захватываются ионной ловушкой, представляющей собой квадруполь. Проходя через него, ионы сортируются по массам, что обеспечивает селективность и чистоту напыляемого материала в дальнейшем процессе нанесения на подложку. Траектории и отбор ионов в квадрупольном поле основан на уравнениях Матье [3, 4]:

$$\frac{d^2x}{d\xi^2} + g(\xi)f(z)x = 0, \frac{d^2y}{d\xi^2} - g(\xi)f(z)y = 0, z = z_f \xi / n_f \pi, \quad (1)$$

$$g(\xi) = a - 2q \cos 2((\xi - \xi_0)), f(z) = 1 - \exp(-2.13z - 1.55z^2), \xi_0 \leq z \leq 1.5 \quad (2)$$

$$a = 8eU / m\Omega^2 r_0^2, q = 4eU / m\Omega^2 r_0^2, \xi = \Omega t / 2 \quad (3),$$

где e и m — заряд и масса иона; r_0 — радиус поля; ξ_0 — начальная фаза влета иона в ВЧ поле; V — амплитуда ВЧ напряжения с круговой частотой Ω . Функция $f(z)$ описывает экспоненциальную модель нарастания потенциала входного краевого поля [3, 4]; $z_f = 1,5 r_0$ — протяженность краевого поля по оси z ; n_f — число периодов пребывания иона в краевом поле.

Дополнительная фильтрация пучка частиц на выходе из квадруполя осуществляется за счет установленной диафрагмы. Конструктивные особенности диафрагмы заключаются в ее геометрических размерах. Диафрагма, изображенная на рисунке 2, имеет щель, длина которой равна длине подложки, а ширина не превосходит по порядку величины диаметра напыляемых ионов. Перемещение держателя с подложкой в плоскости XY вдоль направления X позволит получить сплошное и чистое покрытие в процессе моноатомного напыления.

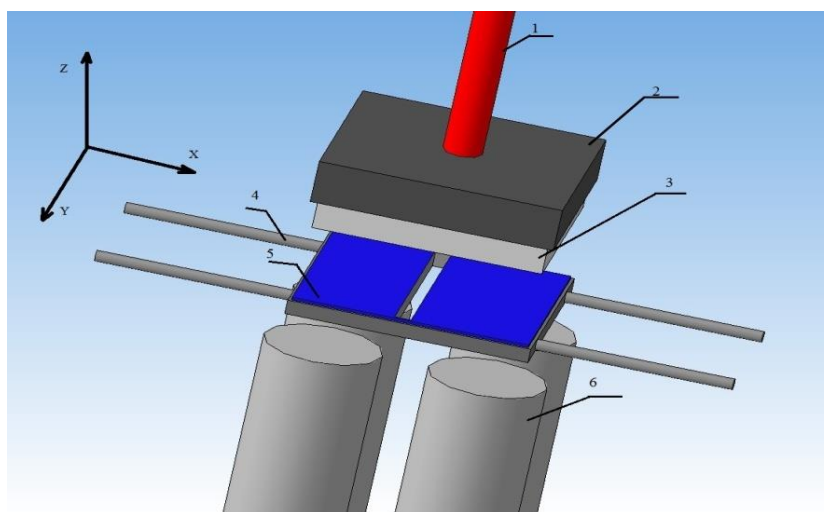


Рис. 2. Вид экспериментальной установки в изометрии:
1 — стержень; 2 — держатель; 3 — подложка; 4 — держатель с диафрагмой;
5 — диафрагма; 6 — квадруполь

В данном случае технология получения тонкопленочных покрытий определяется множеством факторов, основными из которых являются скорость перемещения и адгезионные свойства подложки, интенсивность испарения материала тигеля и остаточное давление в камере.

Одной из главных особенностей установки является возможность создания многослойных покрытий. Это достигается путем повторного прохождения подложки в обратном направлении

–X в плоскости XY. На основе предложенного метода возможен механизм формирования послойного роста пленок по типу Франка — ван-дер-Мерве [3], в результате чего рост следующего слоя не начинается, пока не завершено формирование предыдущего, то есть имеет место строго двумерный рост, при этом атомы пленки связаны с подложкой сильнее, чем друг с другом.

Стоит отметить, что метод предполагает формирование пленок различной геометрии. Это достигается частичным перекрытием щели диафрагмы и кратностью прохождения подложки. Вместе с тем возможна геометрия пленок по типу ван-дер-Пау, ван-дер-Мерве и др.

Результаты и обсуждение. В данной работе авторами предложена новая принципиальная схема вакуумной установки для нанесения тонкопленочных покрытий. Отличительная особенность предложенного метода получения композитных структур заключается в возможности формирования моноатомных и слоевых пленок путем селективности напыления и осуществления непрерывного технологического контроля. Можно получать тонкопленочные покрытия различной геометрии, чистоты и структуры. Формирование пленочных структур осуществляется в условиях технического вакуума при давлениях $\sim 10^{-8}$ Па. Схема отличается универсальностью и может применяться при решении узкоспециализированных задач в области прикладной и фундаментальной физики.

Список использованной литературы

1. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок. — М. : Мир, 1989. — 344 с.
2. Физика тонких пленок. Современное состояние исследований и технические применения / под общ. ред. Г. Хасса. — М. : Мир, 1967. — Т. 1 / под ред. В. Б. Сандомирского, М. Н. Елинсона. — 343 с.
3. Hunter K. L., Mcintosh B. J. An Improved Model of the Fringing Fields of a Quadrupole Mass Filter // Int. J. Mass. Spectrom. Ion Process. — 1989. — Vol. 87. — Pp. 157–164.
4. Mcintosh B. J., Hunter K. L. Influence of Realistic Fringing Fields on the Acceptance of a Quadrupole Mass Filter // Int. J. Mass. Spectrom. Ion Process. 1989. — Vol. 87. — Pp. 165–179.

Сведения об авторах

Бугров Павел Владимирович — студент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Бурмистров Евгений Романович — студент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Трунина Ольга Евгеньевна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 621.793

П. В. Бугров, О. Е. Трунина

УЛУЧШЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ НА МЕТАЛЛЕ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОРАСПЫЛЕНИЯ

Рассматривается возможность улучшения адгезии пленок на подложке из металла с помощью электрораспыления. Бомбардировка ионами при электрораспылении поможет достичь долговечности напыляемой пленки. Электрораспыление дает возможность ионизировать практически любой материал без его нагрева, что позволяет использовать для напыления большее количество материалов, в том числе подверженных термической деструкции.

вакуум; тонкие пленки; технология напыления; электрораспыление

© Бугров П. В., Трунина О. Е., 2020

In the present article we observe the possibility of film and substrate adhesion improvement by electrospray application. Ion bombardment during electrospraying promote the sprayed film durability. Electrospray makes it possible to ionize any material without its heating that allows to use a wide range of materials even inclined to thermal destruction.

vacuum; thin films; sputtering technology; electrospray

Введение. При напылении пленок остаются пустоты, которые образуются ввиду неидеальности технологий напыления и плохой адгезии пленки к поверхности подложки. Для улучшения структуры пленки предложен метод бомбардировки ионами. Если поверхность подложки бомбардировать ионами и тем самым улучшить ее адгезионные свойства, то повысится качество и долговечность изделий.

Большую роль в адгезии пленки играет скорость осаждения напыляемого материала, температура подложки и материала. При большой скорости осаждения атом быстро перемещается по подложке и закрепляется прежде, чем найдет соответствующее вакантное место в решетке. При ионной бомбардировке до и во время напыления, если энергия ионов будет достаточной, упругое взаимодействие между ионами и атомами поверхности приведет к образованию дополнительных дислокаций, что упростит выбор места для закрепления атома и ускорит образование пленки. На рисунке 1 видно, что при росте температуры подложки и скорости осаждения размер зерен осаждаемой пленки уменьшается, но большое количество дислокаций повысит вероятность закрепления атома на подложке [3].

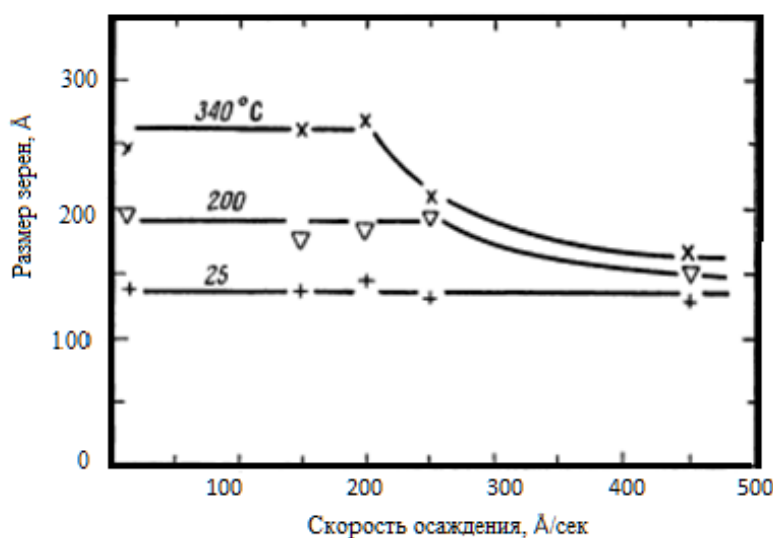


Рис. 1. Зависимость размеров зерен от температуры и скорости осаждения

Таким образом, ионная бомбардировка сможет уменьшить время закрепления на поверхности и улучшить адгезию пленки к подложке, то есть повысит эффективность процесса напыления и снизит временные и иные затраты на данную технологическую операцию.

Метод. Распыляемый материал смешивают с растворителем для увеличения концентрации ионов. Раствор должен обладать рядом подходящих свойств:

- растворимостью для анализируемых соединений;
- способностью к отдаче протона;
- проводимостью;
- низким значением поверхностного натяжения;

Готовый материал подается в объем для дальнейшего распыления. После подачи положительного и отрицательного потенциалов на электроды и размещения электроспрея над подложкой начинается бомбардировка ионами. Растворитель под действием горячего потока инертного газа испаряется, оставляя только положительные ионы вещества.

С помощью электрического поля ионы будут ускоряться, а из-за маленького давления ($\sim 10^{-6}$ Па) ионы будут иметь большую длину свободного пробега, что обеспечит доставку немалого количества ионизированных атомов к подложке. Для образования дислокаций потребуется передать иону энергию $\sim 0,1 \div 10$ кэВ [1].

После бомбардировки ионами на подложке из металла образуются дислокации, которые будут способствовать реализации послойного механизма роста пленки (рис. 2).

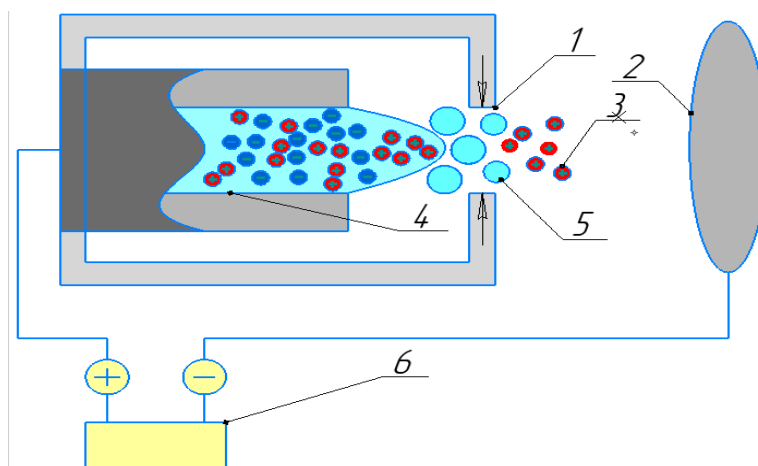


Рис. 2. Механизм распыления ионов:

- 1 — поток инертного газа; 2 — подложка; 3 — положительные ионы; 4 — раствор;
5 — распыленные молекулы; 6 — генератор постоянного тока

При условии нанесения многослойного покрытия и механизма образования пленки Франка — ван-дер-Мерве этот метод можно использовать после напыления каждого слоя пленки. После образования пленки требуется отжиг изделия, что увеличит размер зерен.

Вывод. Таким образом, тонкие пленки, полученные при помощи данного способа, должны обладать таким значительным преимуществом, как увеличение долговечности изделия, по сравнению с пленками, напыленными без использования данной технологии обработки. Электрораспыление легко реализуется в вакуумной установке и не требует больших затрат, в том числе временных. Недостатком предложенного метода является необходимость подбора и материала, и растворителя индивидуально для системы «пленка — подложка».

Список использованной литературы

1. Технология тонких пленок = Handbook of thin film technology : справ. : в 2 т. / под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга ; пер. с англ. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. — М. : Советское радио, 1977. — Т. 1. — 662 с.
2. Фелдман Л., Майер Д. Основы анализа поверхности и тонких пленок = Fundamentals of Surface and Thin Film analysis / пер. с англ. В. А. Аркадьев ; пер с англ. Л. И. Огнев ; под ред. В. В. Белошицкого. — М. : Мир, 1989. — 344 с.
3. Физика тонких пленок : современное состояние исследований и технические применения. — М. : Мир, 1967–1978 / под общ. ред. Г. Хасса ; пер. с англ. А. Г. Ждана [и др.] ; под ред. М. И. Елинсона, В. Б. Сандомирского. — 343 с.

Сведения об авторе

Бугров Павел Владимирович — студент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Трунина Ольга Евгеньевна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

РАСЧЕТ КВАНТОВОГО ВРЕМЕНИ В ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ *INAS/ALSb* С ОДНОЙ И ДВУМЯ ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОДЗОНАМИ

Высокое быстродействие приборов спиновой электроники в большей степени определяется малым временем жизни и высокой подвижностью двумерного электронного газа (ДЭГ). Следовательно, растет приоритет в разработке теории квантовых вычислений указанных динамических параметров. В статье предложена теория, позволяющая рассчитать подвижность и квантовое время двумерного электронного газа, участвующего в реализации спин-поляризованного транспорта.

физическая электроника; гетероструктура; размерное квантование; спин; подвижность

High speed of spin electronics devices to a greater extent by the short lifetime and high mobility two-dimensional electron gas (DEG). Therefore, increasing the priority in the development of the theory of quantum computing said dynamic parameters. The paper proposes a theory that allows to calculate the mobility and quantum time of the two-dimensional electron gas, participating in the realization of a spin-polarized transport.

physical electronics; heterostructure; size quantization; spin; mobility

Работа посвящена теоретическому исследованию квантового времени релаксации в гетероструктурах *InAs/AlSb* с двумя заполненными подзонами, формирующегося по двум независимым каналам внутри- и межподзонного рассеяния. Результатом научного исследования стала разработка адаптированной к гетероструктуре *InAs/AlSb/InAs* теоретической основы, которая позволила изучить кинетику двумерных носителей в активном слое *InAs*.

Исходным для квантово-механического расчета потенциалов рассеяния послужило кинетическое уравнение Больцмана [3]. Тензоры рассеяния имеют вид [2]:

$$K_{ij}^1 = \frac{k_{Fi}^2}{2\pi\hbar} \int_0^\pi |V_{ij}(q_{ij})|^2 d\theta, \quad K_{ij}^2 = \frac{k_{Fi}k_{Fj}}{2\pi\hbar} \int_0^\pi \cos\theta |V_{ij}(q_{ij})|^2 d\theta, \quad (1)$$

где матричный элемент рассеяния двумерного электронного газа [1]

$$|V_{ij}(q_{ij})|^2 = \pi\Delta^2\Lambda^2\Delta V^2 \exp\left(\frac{q_{ij}^2\Lambda^2}{4}\right) \{\sum_{n,m}(\varepsilon^{-1})_{ij,mn}\varphi_i(z_B)\varphi_j(z_B)\}. \quad (2)$$

Матрица диэлектрической проницаемости представляет собой формулу Линдхарда, которую следует записать как

$$\varepsilon_{ij,mn}(q) = \delta_{in}\delta_{jm} + \frac{q_s}{q} H_{ij,nm}(q)\chi_{ij}(q), \quad (3)$$

где

$$H_{ij,nm}(q) = \int_0^\infty dz \int_0^\infty dz' \varphi_i(z)\varphi_j(z) \exp(-q(z-z')) \varphi_n(z')\varphi_m(z') \quad (4)$$

форм - фактор соответственно.

С учетом введенных формул и обозначений квантовое время рассчитывается на основе интегралов

$$1/\tau = (k_{F_0}^2 / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{00}(q_{00})|^2 d\theta)(k_{F_1}^2 / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{11}(q_{11})|^2 d\theta) / \left[(E_F - E_0)k_{F_1}^2 / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{11}(q_{11})|^2 d\theta - (E_F - E_1)k_{F_0}^2 / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{01}(q_{01})|^2 d\theta \right] - (k_{F_0}k_{F_1} / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{01}(q_{01})|^2 d\theta)(k_{F_0}k_{F_1} / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{10}(q_{10})|^2 d\theta) / \left[(E_F - E_0)k_{F_1}^2 / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{11}(q_{11})|^2 d\theta - (E_F - E_1)k_{F_0}^2 / 2\pi\hbar \int_0^\pi |V_{01}(q_{01})|^2 d\theta \right]$$

Результаты расчетов, полученные на основе разработанной теории, представлены в таблице. Теоретически рассчитано время релаксации для основной τ_q^m и возбужденной τ_q^p подзон, общее квантовое время τ_M . Теоретические данные с хорошей точностью согласуются с экспериментальными.

Таблица

Аналитические и теоретические параметры гетероструктуры InAs/AlSb/InAs

| Серия образцов | Аналитический расчет | | | Теоретический расчет | | |
|----------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | $\tau_q, 10^{-14}$ с | $\tau_q^p, 10^{-12}$ с | $\tau_q^m, 10^{-12}$ с | $\tau_M, 10^{-14}$ с | $\tau_q^p, 10^{-12}$ с | $\tau_q^m, 10^{-12}$ с |
| 1 | 5,493 | 0,96 | 2,14 | 4,364 | 0,566 | 1,894 |
| 2 | 4,532 | 0,82 | 1,99 | 3,411 | 0,476 | 1,839 |
| 3 | 3,840 | 0,53 | 1,57 | 2,935 | 0,400 | 1,198 |
| 4 | 3,571 | 0,60 | 1,39 | 2,678 | 0,413 | 1,101 |

При интерпретации данных таблицы была получена зависимость квантового времени от общей концентрации ДЭГ (рис.). На рисунке изображено два графика. Первый из них иллюстрирует зависимость аналитических значений квантового времени от общей концентрации с доверительным интервалом 15%. На втором изображена теоретическая зависимость. Наложение теоретических точек на графике в пределах доверительного интервала аналитических значений свидетельствует о высоком уровне согласования теории и эксперимента.

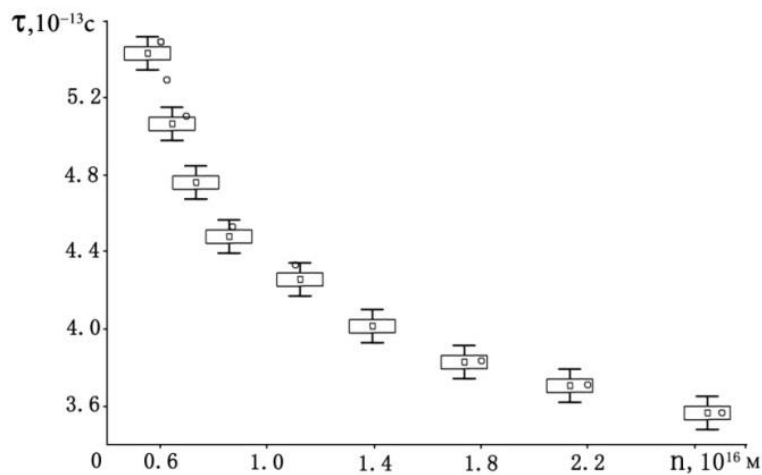


Рис. Зависимость квантового времени ДЭГ от концентрации для гетероструктуры AlSb(δ -Te)/InAs/(δ -Te)AlSb

В ходе работы теоретически определено квантовое время релаксации двумерных носителей заряда в гетероструктуре InAs/AlSb. Проведенный расчет квантового времени ДЭГ, учитывающий заполнение двух подзон размерного квантования в InAs/AlSb, предоставил

возможность изучить кинетику двумерных электронов. Установлено, что выбранная теория с высокой достоверностью описывает изучаемые квантовые эффекты двумерных носителей в гетероструктуре InAs/AlSb.

Список использованной литературы

1. Андо Т., Фаулер А. Электронные свойства двумерных систем / пер. с англ. Т. Андо, А. Фаулер. — М. : Мир. 1985. — 214 с.
2. Бурмистров Е. Р. Сверхпроводящие и электронные свойства твердых тел. Механизмы рассеяния в гетероструктурах InAs/AlSb : тез. докл. XXVI Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2019». — М. : Моск. гос. ун-т, 2019. — С. 597–598.
3. Hwang E. H., Das Sarma S. / Physical Review. B. — 2008. — Pp. 45–61.

Сведения об авторах

Бурмистров Евгений Романович — студент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Афанасова Марина Михайловна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 534.6:[611.92+611.93]

**А. В. Гончарова, А. В. Биганов, В. П. Сивохина,
М. А. Абасов, В. И. Кравец**

АКУСТОМЕТРИЯ В ОБЛАСТИ ЛИЦА И ШЕИ

В работе рассмотрен процесс формирования рубцовых изменений в практике челюстно-лицевой хирургии с использованием акустического метода, посредством которого определялись механические свойства кожи перед операцией, в процессе заживления раны и в отдаленный послеоперационный период.

нормальная кожа; область раны; акустическая анизотропия; коэффициент акустической анизотропии; патологические рубцы; область лица и шеи

The paper consider the process of formation of cicatricial changes in the practice of maxillo-facial surgery using an acoustic parameter, with which were determined the mechanical properties of the skin before operation, during wound healing and in the long-term postoperative period.

normal skin; wound area; acoustic anisotropy; acoustic anisotropy coefficient; pathological scars; face and neck area

Лицо и шея — очень важные анатомические области для самореализации и самоощущения человека в обществе. По этой причине необходимо на раннем этапе заживления раны предугадать и предупредить формирование патологических рубцов, которые крайне негативно будут влиять на внешний вид пациента. Остро стоит вопрос о формировании рубцов при гнойно-воспалительных заболеваниях лица и шеи. Связано это с тем, что после воспалительного процесса очень высок риск формирования патологического рубца из-за нарушения равновесия между синтезом межклеточного вещества и его лизисом. Рубец — это конечный этап заживления глубоких кожных дефектов, обусловленных различными причинами. Особенностью рубцов на лице и шее является их крайнее разнообразие. Они могут появляться

после травм, различных оперативных вмешательств, например, на месте подчелюстных разрезов при операциях на нижней челюсти, при удалении подчелюстных слюнных желез, на месте разрезов, сделанных при операциях по поводу опухолевидных образований в области околоушной слюнной железы и др. Для эффективного лечения рубца всегда надо определить его тип. Используются разные методы, такие как клинические (визуально-пальпаторные), оценочно-бальные, профилакто-графические и др. Однако названные методы либо субъективные, либо трудоемкие.

Своей целью мы ставим доказать возможность использования акустического метода для оценки рубцов в области лица и шеи.

Объектом исследования была кожа в области лица и шеи у двух групп пациентов: первая — добровольцы с нормальной кожей; вторая — пациенты с челюстно-лицевой патологией, которым осуществлялось оперативное вмешательство.

Изучение проводилось с использованием акустического медицинского диагностического прибора (АМДП), позволяющего измерять скорость распространения сдвиговых поверхностных волн (с частотой 1–6 кГц).

Обследование у добровольцев производилось в тех участках кожи лица и шеи (подглазничная область, носо-губная складка, поднижнечелюстная и подбородочная области), в которых обычно осуществляется хирургическое вмешательство при челюстно-лицевой патологии. На выбранных участках измерялись скорости распространения поверхностной волны во взаимно-перпендикулярных направлениях: V_y (вдоль естественной вертикальной оси лица) и V_x (вдоль горизонтальной оси лица). Акустическая анизотропия кожи оценивалась параметром акустической анизотропии (K), который вычислялся по формуле $K = (V_y / V_x) - 1$. Коэффициент (K) при измерении в нормальной коже у добровольцев имел значения как положительные (при $V_y > V_x$), так и отрицательные (при $V_y < V_x$). На основании значений коэффициента (K) определялись направления, по которым наиболее выражена акустическая анизотропия. Эти направления в большинстве случаев совпадали с ориентацией линий естественного натяжения кожи — линиями Лангера.

При формировании рубца большое значение имеет выбор оптимального направления хирургического разреза. Через любую точку человеческого тела можно провести линию, наложение швов по ходу которой приводит к оптимальному заживлению. Если же линия швов проходит перпендикулярно этому направлению, то можно ожидать осложненного рубца. Часто линию разреза ориентируют в соответствии с линиями естественного натяжения кожи.

В предлагаемой работе направление линий Лангера в области предполагаемого разреза у пациентов 2-й группы определялось как субъективно (вдоль естественных складок кожи), так и с учетом объективной акустической анизотропии кожи соответствующего участка кожи лица и шеи в 1-й группе. Предварительно определялась область оперативного вмешательства. На ней, как правило, имелся очаг воспаления, в котором акустическая анизотропия нивелировалась вследствие отека. Акустический метод использован для наблюдения за процессом заживления челюстно-лицевых ран и прогнозирования воспалительных процессов. Механические свойства кожи оценивались на самой ране (V_p), вокруг раны на расстоянии 0,5–1 см от края раны (V_n) путем измерения скорости по взаимно-перпендикулярным направлениям. Для контроля и сравнения проводились аналогичные измерения скорости (V_n) на симметричном неповрежденном участке лица или шеи. Акустическое сканирование проводилось в процессе наблюдения за процессом заживления челюстно-лицевых ран через каждые 3 дня в течение госпитального этапа лечения, а также через 10, 30, 90 дней после госпитализации.

Показано, что информативными параметрами являются отношения скоростей: (V_p/V_n) и (V_n/V_n). О благоприятном течении лечебного процесса свидетельствует: 1) сближение скоростей V_p и V_n ; 2) постепенное снижение параметра (V_p/V_n) до значений, близких к 1; 3) восстановление акустической анизотропии в визуальном неповрежденной коже вокруг раны до значений, близких к значениям на контр-латеральном участке. В тех случаях, когда имел место неблагоприятный исход лечения, параметр был (V_p/V_n) > 1 . При условии когда (V_p/V_n) $\gg 1$ наблюдалось формирование рубцовых изменений.

Таким образом, акустический метод является дополнительным объективным методом оценки заживления ран в области лица и шеи. На основании полученных данных предложены числовые параметры для прогнозирования возможности формирования рубцовых изменений.

Сведения об авторах

Гончарова Александра Владимировна — кандидат медицинских наук ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Сивохина Виктория Павловна — студентка педиатрического отделения ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Абасов Магамед Айгинович — ординатор кафедры глазных болезней ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Кравец Виктор Иванович — кандидат медицинских наук ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

Биганов Алан Владимирович — аспирант ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» (Москва).

УДК 625:624.21.09

О. Р. Дудик, М. В. Нечаева

УПРУГАЯ ФРИКЦИОННАЯ ОПОРНАЯ ЧАСТЬ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

В данной статье предлагается и рассматривается конструктивное решение усовершенствования фрикционной опорной части с помощью упругих элементов с целью самостоятельного возврата конструкции в исходное положение после сейсмического воздействия.

сейсмика; сейсмический удар; опорная часть; пружина; упругие элементы; пролетное строение

This article proposes and discusses a constructive solution to improve the friction bearing part using elastic elements in order to independently return the structure to its original position after an impact seismic impact.

seismic; seismic impact; bearing part; spring; elastic elements; span

Одна из функций опорных частей — передача на опору горизонтальных усилий, возникающих от торможения, ветровой и сейсмической нагрузок, деформаций пролетных строений. Деформации пролетных строений от колебаний температуры и влияния временной нагрузки прямо пропорциональны длине пролета.

Одним из распространенных способов сейсмоизоляции мостовых конструкций является применение фрикционных опорных частей, которые состоят из набора концентрических пластин, сердечника и стержней.

Основной недостаток таких опорных частей заключается в отсутствии сил, возвращающих сейсмоизолированную часть в первоначальное положение после сейсмического воздействия.

Для автодорожных мостов, расположенных в зонах сейсмического воздействия, актуальны фрикционные маятниковые опорные части, но из-за допускаемых вертикальных перемещений их применение невозможно в конструкциях железнодорожных мостов.

Эти условия требуют модификации конструкции опорной части и добавления некоторых упругих элементов, которые будут возвращать конструкцию в исходное состояние, поэтому в данной работе рассмотрена новая конструкция опорной части.

Упругая фрикционная опорная часть представляет собой многокатковую опорную часть, запрещающую вертикальные перемещения. За счет закрепления катков у подферменной площадки с помощью стержней обеспечивается ее неподвижность, но в момент однократного воздействия сейсмического удара стержни ломаются и опора начинает работать как подвижная. Влияние горизонтальных перемещений при этом уменьшено за счет наличия упругих элементов. В качестве упругих элементов рассмотрим следующие варианты:

- пружины сжатия;
- тарельчатые пружины.

Конструктивно их размещение возможно как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях при устройстве на опоре стенок, ограничивающих перемещение опорной части.

Для определения необходимого количества пружин и их конструкции нужно определить горизонтальную нагрузку, воздействующую на пролетное строение.

В качестве пролетного строения примем разрезное типовое железнодорожное пролетное строение со сквозными главными фермами (типовой проект серии 3.501.2 — 139 инв. № 1293) с расчетным пролетом 110 м.

Согласно СП 268.1325800.2016, расчетная сейсмическая нагрузка от масс моста, приложенная в точке k и соответствующая i -му тону собственных колебаний системы, определяется по формуле:

$$S_{ik} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_\psi A \beta_i \eta_{ik} Q_k,$$

где

K_1 — коэффициент, учитывающий влияние на сейсмическую нагрузку снижения жесткости сооружения и увеличение рассеяния энергии колебаний из-за появления трещин и пластических деформаций в конструкциях и грунтах основания, примем равным 0,5 (класс сейсмостойкости I);

K_2 — коэффициент, позволяющий уточнять исходную сейсмичность по данным о сейсмическом режиме местности;

K_3 — коэффициент инженерно-геологической обстановки на участке строительства;

K_4 — коэффициент рельефа местности, определяемый расчетом по данным изысканий;

K_ψ — коэффициент, учитывающий отклонение декремента колебаний объекта от стандартного значения, в том числе за счет работы демпферов, примем равным 1;

A — соответствующая исходной сейсмичности наибольшая амплитуда ускорения колебаний грунта, выраженная в долях ускорения свободного падения;

β_i — коэффициент динамичности, соответствующий i -му тону собственных колебаний моста;

η_{ik} — коэффициент формы колебаний моста;

Q_k — отнесенный к точке k расчетный вес сооружения, определяемый в необходимых случаях с учетом присоединенной к опорам массы воды (разжиженного грунта) и нагрузок от подвижного состава железных, автомобильных и городских дорог с коэффициентом надежности по нагрузке.

При проектировании мостов произведение коэффициентов K_2 , K_3 , K_4 и величины A принимается не более чем 0,4.

В качестве опорной части выберем подвижную опорную часть под расчетный пролет 110 м типового проекта серии 3.501-35 инв. № 44823, а также литые опорные части под металлические пролетные строения железнодорожных мостов шириной поперек моста 1,2 м и высотой 0,77 м.

Для определения коэффициентов динамичности и формы колебаний моста в программном комплексе *midas Civil* была составлена конечно-элементная стержневая модель, представляющая собой опорную часть из материала 15ХСНД и работающая на массу выбранного ранее пролетного строения. Модель представлена на рисунке 1.

В результате программного расчета определены следующие значения: $\beta_i = 2,5$; $\eta_{ik} = 1$.

Расчетный вес сооружения с учетом веса мостового полотна (БМП) определяется следующим образом:

$$G = \gamma_{fg}(m_{Me}g + \gamma_{ж. б.} V_{ж. б.})$$

Для выбранного пролетного строения расчетный вес равен:

$$G = 1,1 \cdot (559,3 \cdot 9,81 + 24,5 \cdot 121,1) = 9,299 \text{ МН.}$$

Расчетная сейсмическая нагрузка от массы моста составляет:

$$S_{ik} = 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 9,299 = 4,65 \text{ МН.}$$

Рассмотрим первый вариант и подберем пружины сжатия согласно методике, изложенной в ГОСТ 13765-86. Упругие элементы включаются в работу в момент, когда катковая опорная часть переместится на некоторое расстояние, вследствие чего пружина, коснувшись стенки, расположенной на подферменной плите, сожмется и за счет сил упругости вернет опорную часть в исходное положение.

Количество пружин должно удовлетворять условиям сохранения несущей способности, минимизации крутящего действия пружины и равномерного распределения усилия, а также условиям размещения пружин в продольном направлении катковой опорной части.

Материал подбираемых пружин — пружинная сталь с модулем сдвига $G = 78,5 \cdot 10^9 \text{ Па}$ по ГОСТ 9389-90.

Из условия размещения и обеспечения прочности под расчетную сейсмическую нагрузку подобрано 4 пакета пружин, закрепляемых параллельно вдоль опорной части. Каждый пакет представляет собой 2 пружины, находящихся друг в друге и воспринимающих свою долю расчетной нагрузки. Вид опорной части представлен на рисунке 2. Для удобства чтения чертежа слева от опорной части на фасаде изображена вторая пружина, находящаяся внутри, справа — первая пружина, находящаяся снаружи.



Рис. 1. Конечно-элементная модель опорной части

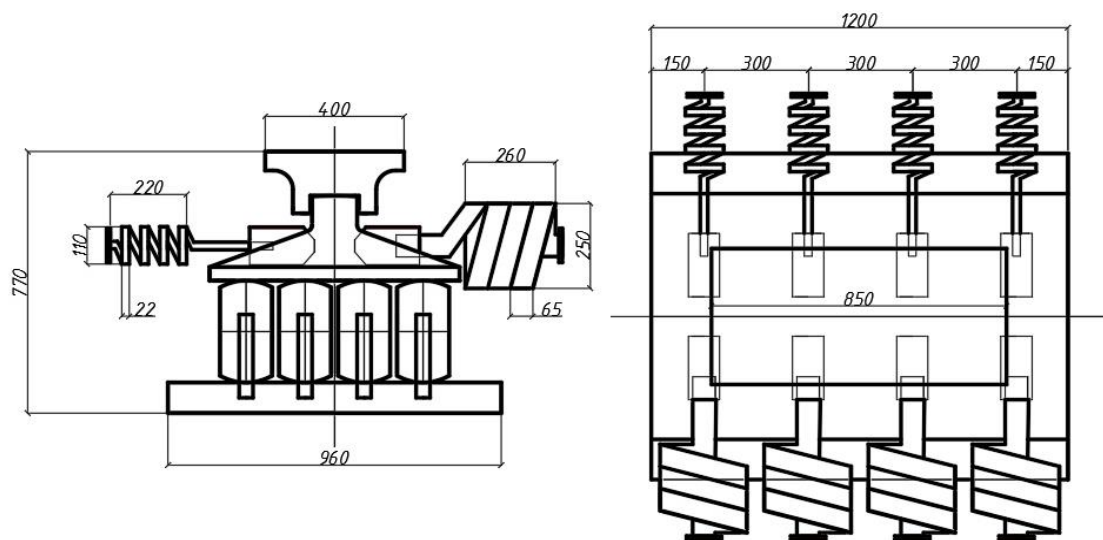


Рис. 2. Схема упругой фрикционной опорной части

Характеристики пружины № 1 следующие:

- диаметр проволоки — 65 мм;
- наружный диаметр — 250 мм;
- шаг в свободном состоянии — 100 мм;
- длина при рабочей деформации — 220 мм;
- длина при предварительной деформации — 260 мм;
- полное число витков — 3,5 шт;
- масса — 53,77 кг.

Характеристики пружины № 2 следующие:

- диаметр проволоки — 22 мм;
- наружный диаметр — 110 мм;
- шаг в свободном состоянии — 70 мм;
- длина при рабочей деформации — 220 мм;
- длина при предварительной деформации — 230 мм;
- полное число витков — 4,5 шт;
- масса — 5,61 кг.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 53628-2009. Опорные части металлические катковые для мостостроения. Технические условия.
2. ГОСТ 13765-86. Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Обозначение параметров, методика определения размеров (с Изменением N 1).
3. СП 268.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах.
4. Типовой проект. Серия 3.501-35. Литые опорные части под металлические пролетные строения железнодорожных мостов.

Сведения об авторах

Дудик Ольга Романовна — студентка ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» (Новосибирск).

Нечаева Мария Владимировна — студентка ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения» (Новосибирск).

УДК 53

А. В. Ермачихин

О ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ И МЕТОДАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, НЕ УПОМИНАЕМЫХ В СТАТЬЯХ

В данной статье описаны возможности обмена информацией между специалистами по проведению научного эксперимента, во время которого получится обширная база данных, лишь часть которой будет опубликована.

научный эксперимент; обмен информацией; специализированные социальные сети

This article describes the possibilities of exchanging information between specialists in conducting a scientific experiment, during which an extensive database will be obtained, only a part of which will be published.

scientific experiment; information exchange; specialized social networks

Наличие описания методов проведения экспериментов, при которых получены данные, упоминающиеся в статьях, зависит от научного журнала и коллектива авторов. Иногда этому кратко посвящают пункт статьи или целое приложение (“appendix”) — раздел в конце статьи, содержащий информацию, которая является слишком подробной для текста самого документа и будет «отвлекать» читателя. Но несложно представить случай, когда читателю интереснее всего будет именно эта часть, например, при повторении эксперимента или сравнении факторов его проведения. Зачастую в таких приложениях подробно расписаны режимы, при которых получены те или иные результаты, или параметры моделей, используемых в самой статье. Таблицы с обширным количеством данных, которые не несут информативной нагрузки для самой статьи, но могут быть полезны для исследователей, выводы сложных формул и многое другое — все это лишь малая часть результатов, которая формируется при проведении исследований.

Автор или коллектив авторов при подготовке статьи используют не все имеющиеся данные, им приходится выбирать те результаты, которые покажут целостность и законченность исследований. Остальные результаты либо подробно не рассматриваются, либо попадают в другие статьи. Одним из способов дополнить исследование и рассказать о не вошедших в публикацию результатах является социальная сеть для ученых *ResearchGate* (www.researchgate.net). Хотя функционал сети намного обширнее, чем просто загрузка дополнительных рисунков, с функцией рассказа о ненапечатанных материалах и описанием методов проведения эксперимента *ResearchGate* справляется замечательно. При необходимости можно запросить данные непосредственно у автора или авторов, если они, конечно, зарегистрированы в данной сети. Современные средства общения позволяют исследователям существенно расширить свои возможности. Переплетение научных интересов приводит к коллаборациям, что обеспечивает обмен опытом и ускоряет достижение поставленных целей. Более простой доступ к результатам исследований во всех областях науки позволяет осуществлять движение к новым технологиям.

Сведения об авторе

Ермачихин Александр Валерьевич — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина» (Рязань).

УДК 621.315.592:539.1.074

А. И. Иванов, В. В. Трегулов

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР С ПЛЕНКАМИ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ В КАЧЕСТВЕ ДЕТЕКТОРОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Представлен обзор современного состояния применения полупроводниковых структур с пленками пористого кремния для детектирования излучений терагерцового диапазона. Приведены сферы применения данных устройств. Показано, что использование пленок пористого кремния способствует улучшению чувствительности детекторов терагерцового излучения. Представлены основные способы формирования пленок пористого кремния для терагерцовых детекторов.

пористый кремний; терагерцовое излучение; детектор; металл-стимулированное травление; поверхность

A review article is devoted to the use of semiconductor structures with porous silicon films for the detection of terahertz radiation. Scopes of these devices are reported. It is said that the use of porous silicon films improves the sensitivity of terahertz radiation detectors. The main methods for the formation of porous silicon films for terahertz detectors are presented.

porous silicon; terahertz radiation; detector; metal-stimulated etching; surface

Терагерцовое излучение представляет собой электромагнитное излучение в диапазоне от 0,1 до 10 и более ТГц. Спектры космических и биологических объектов находятся в данном диапазоне длин волн [2, с. 28]. Наличие огромного числа колебательных и колебательно-вращательных переходов молекул позволяет исследовать и избирательно воздействовать на них. Данный вид излучения является безопасным для человека, что позволяет применять его в медицине. Кроме того, в последнее время все чаще исследуется фоновое реликтовое излучение, производится анализ спектров излучения планет, астероидов, комет и т. п. [4, с. 7]. Например, для исследования космоса в широком диапазоне излучения, в том числе терагерцовом, использовались космические телескопы «Спитцер» и «Гершель», а также АМС «Розетта» [3, с. 47]. Именно поэтому приборы, детектирующие терагерцовое излучение, активно применяются в микро- и нанoeлектронике, медицине, астрономии [2, с. 29]. Существенной проблемой является затухание терагерцовых сигналов в атмосфере. Это исключает применение данного вида излучения в системах связи. В то же время, поглощение терагерцового излучения веществом позволяет исследовать его характеристики [2, с. 28].

К терагерцовым датчикам предъявляется множество требований. Кроме высокой чувствительности, датчик должен обладать избирательностью, а также стабильностью характеристик в течение длительного времени. Технология изготовления датчика должна обеспечивать указанные требования. Также технология должна позволять производить продукцию с низкой себестоимостью по сравнению с конкурирующими вариантами датчиков.

Применение кремния при изготовлении детекторов терагерцового диапазона затруднено, так как он обладает высоким показателем преломления в данном диапазоне ($n = 3,4$) и малым коэффициентом поглощения. Указанную проблему можно решить, используя структуры с неоднородностями поверхности порядка длины волны излучения, которые будут играть роль антенн [7, р. 1]. В связи с этим использование полупроводниковых структур с пленкой пористого кремния является актуальным. Цель данной работы заключается в анализе перспектив применения пленок пористого кремния для создания датчиков терагерцового диапазона.

Существует большое количество способов создания полупроводниковых структур с пленкой пористого кремния. Основными из них являются электрохимическое и химическое травление [5, р. 3224]. Для создания терагерцовых детекторов следует применять такие виды травлений, в результате которых образуется шероховатая поверхность с нанометровыми размерами неоднородностей. Например, некоторые ученые формировали поверхность с помощью метода «прямого лазерного письма» (от англ. *direct-laser-writing*, DLW) [6, р. 1]. Данный метод обеспечивает возможность управления размерами неоднородностей поверхности и хорошую воспроизводимость результатов [1, с. 63]. В то же время, данный метод предполагает использование достаточно дорогого оборудования, что приведет к повышению себестоимости выпускаемых детекторов.

Одним из наиболее простых и удобных способов создания структур с пленкой пористого кремния является метод металл-стимулированного травления [5, с. 3228]. Преимуществами данного метода, по сравнению с другими, являются дешевизна и возможность получения структур с большой площадью поверхности. В данном методе используются водный раствор сульфата серебра (Ag_2SO_4), плавиковая кислота (HF), этанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) и пероксид водорода (H_2O_2). Процесс металл-стимулированного травления состоит из 2 этапов (рис. 1).

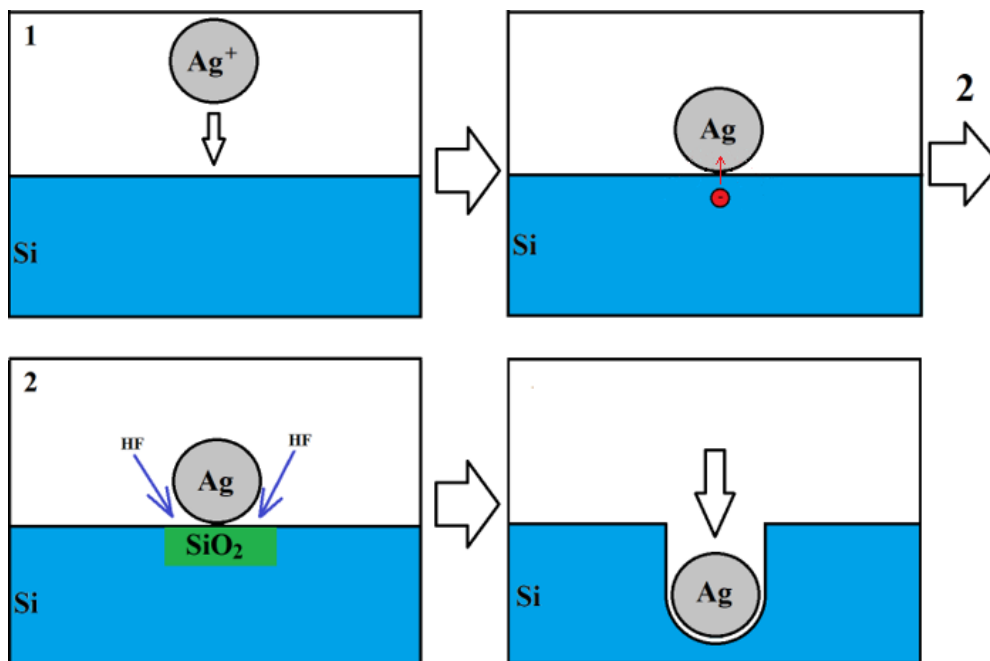


Рис. 1. Процесс металл-стимулированного травления

На первом этапе ионы серебра из Ag_2SO_4 переходят на поверхность подложки и превращаются в атомы, при этом происходит захват электронов с поверхности кремниевой подложки и формирование частиц серебра. Второй этап состоит в появлении дырок в приповерхностной области кремния, непосредственно под частицами серебра в ходе реакции с окислителем (H_2O_2). В результате поверхность кремния под металлической частицей окисляется. Затем окисел кремния травится плавиковой кислотой. В конечном итоге образуется поверхность, состоящая из неоднородностей нанометрового размера — нанонитей, а частицы серебра уходят в глубь пор (рис. 2а). Благодаря тому, что размер нанонитей меньше длины волны терагерцового излучения, структуры, полученные методом металл-стимулированного травления, могут применяться при детектировании терагерцового излучения.

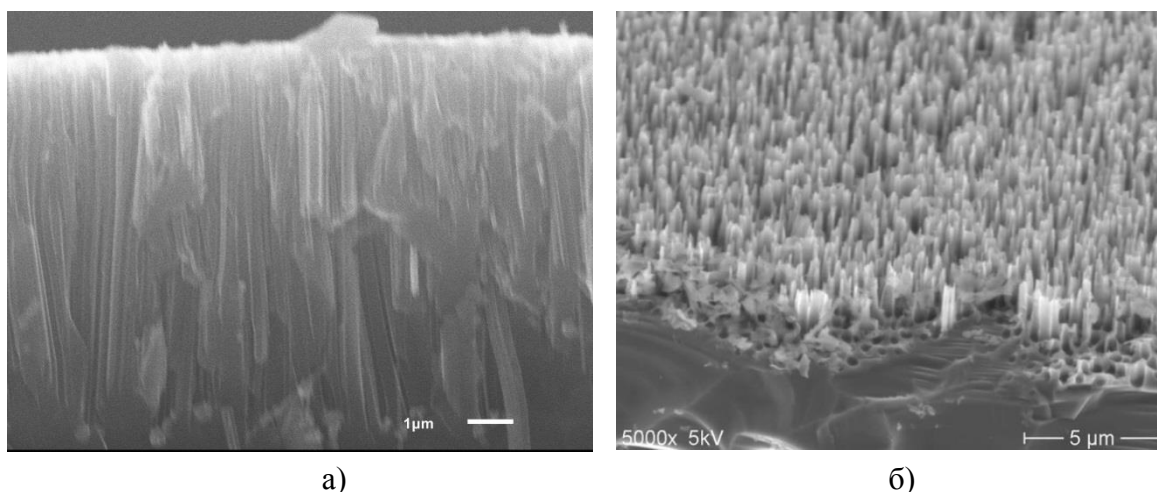


Рис. 2. СЭМ-изображения полупроводниковых структур с пленками пористого кремния, полученными металл-стимулированным (а) и реактивным ионным травлением (б) [7, р. 1]

Эффективность пористого кремния подтверждена авторами [7, р. 2]. Для этого использовали два образца: один образец обладал нанометровыми выступами (рис. 2б), у второго нанонити были удалены с поверхности.

В качестве источника терагерцового излучения использовался титан-сапфировый лазер с центральной линией усиления 780 нм и мощностью 2,5 Вт (100 фс).

Детектирование терагерцового сигнала осуществляется гетеродинным методом (рис. 3) [6, р. 2]. Этот метод заключается в том, что к основному сигналу добавляется опорный, например от другого лазера. С помощью смесителя осуществляется преобразование сигнала по частоте — образуется разностный сигнал на промежуточной частоте. Затем происходит выделение этого сигнала и его усиление [2, с. 30–31].

Авторами издания Terahertz Emission Black Silicon было установлено, что полупроводниковая структура с пленкой пористого кремния обладает хорошей чувствительностью в терагерцовом диапазоне. Образец, с поверхности которого нанонити были удалены, не чувствителен к сигналам в данном диапазоне. Поведение этого образца аналогично монокристаллическому кремнию (рис. 4). Наблюдаемая ситуация объясняется авторами тем, что нанонити выполняют функции антенн. При их отсутствии детектирование терагерцового излучения практически отсутствует [7, р. 2].

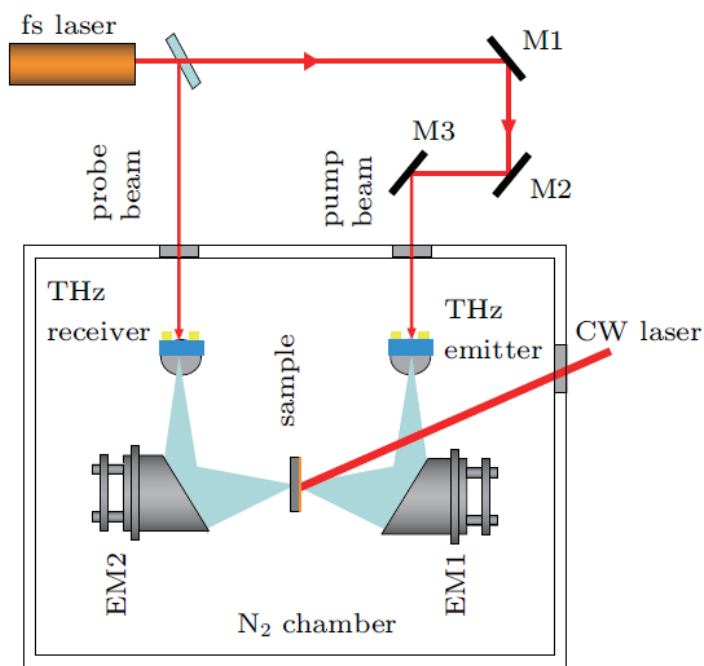


Рис. 3. Схема детектирования терагерцового сигнала [6, р. 2]

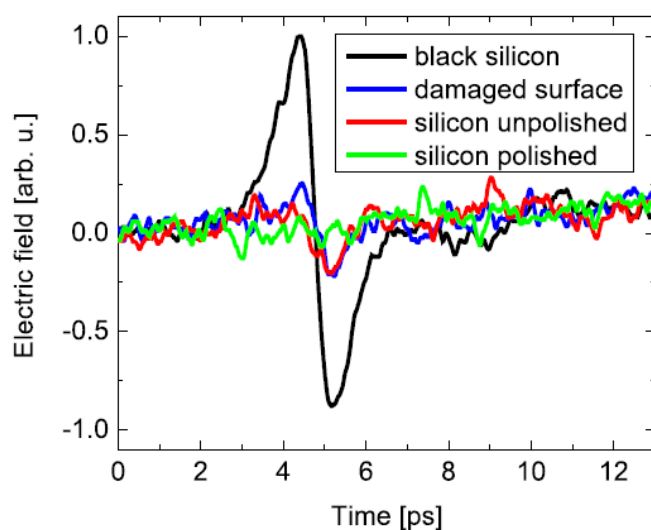


Рис. 4. Чувствительность структур к терагерцовому излучению [7, р. 2]

Таким образом, полупроводниковые структуры с пленкой пористого кремния могут применяться при создании детекторов терагерцового излучения. Шероховатость поверхности и наличие нанонитей способствуют хорошей чувствительности в терагерцовом диапазоне. Применение метода металл-стимулированного травления позволяет создавать датчики данного типа излучения. Для получения качественных датчиков необходимо улучшение технологии производства и повышение стабильности, что требует создания различных образцов и их дальнейшего изучения.

Список использованной литературы

1. Витухновский А. Г. [и др.] Двухволновая лазерная стереолитография для создания ИК сенсоров для поверхностно-усиленной спектроскопии // Оптика и спектроскопия. — 2019. — Т. 126, вып. 1. — С. 63–67.
2. Войцеховский А. В. [и др.] Детектирование в терагерцовом диапазоне // Нано- и микросистемная техника. — 2012. — № 2. — С. 28–35.
3. Ермолаев Д. М., Таланов А. А., Романюк В. А. Перспективы применения терагерцовых частот в космических системах // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. — 2017. — Т. 4, вып. 1. — С. 46–52.
4. Исаев В. М. [и др.] Современные радиоэлектронные системы терагерцового диапазона // Доклады ТУСУР. — 2014. — № 4 (34) — С. 5–21.
5. Black silicon: fabrication methods, properties and solar energy applications / X. Liu [et al.] // Energy & Environmental Science. — 2014. — N 7. — P. 3223–3263.
6. Optically induced abnormal terahertz absorption in black silicon / Dong-Wei Zhai [et al.] // Chinese Physics B. — 2018. — Vol. 27, N 2. — P. 1–5.
7. Terahertz emission black silicon / P. Hoyer [et al.] // Applied physics letters. — 2008. — N 93. — P. 1–3.

Сведения об авторе

Иванов Алексей Игоревич — магистрант ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Трегулов Вадим Викторович — кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 658.5:533.5

А. И. Кудюкин

АНАЛИЗ РАСПЫЛЕННЫХ ЧАСТИЦ С ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОДОВ В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАКУУМНЫХ ДУГОГАСИТЕЛЬНЫХ КАМЕР

На базе квадрупольных систем, включенных в технологическое оборудование, предлагается механизм возбуждения дугового разряда. Получена новая информация о перераспределении атомов для композиционного электрода Cu — Cr вакуумного прерывателя на поверхности и в объеме после эксплуатационного испытания с помощью РСМА. Выявлены детали как поверхностной, так и объемной сегрегации, а также состав периферии зоны формирования кратеров.

вакуум; дугогасительная камера; поверхность; дуга; масс-спектрометрия; РСМА

On base on the quadrupole systems embedded in the process equipment is proposed a plasma generation mechanism in the cathode spots of the vacuum arc. The new information on the atom redistribution for Cu-Cr composite electrode of the vacuum interrupter on surface and bulk after the exploitation test by PCMA were obtained. The details both the surface and bulk segregation and as for the crater zone convexities periphery were discovered.

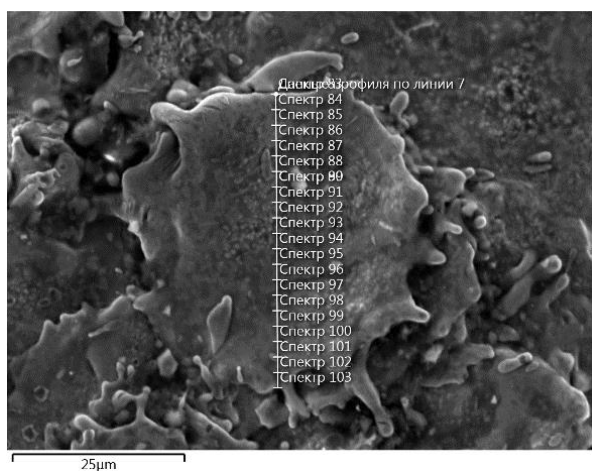
vacuum; arc extinguish chamber; surface; arc; mass-spectrometry; EPMA

Сегодня нет достаточной информации об эрозии поверхности электродов (с объемной концентрацией Cu 60 ат. % — Cr 40 ат. %) в условиях развития вакуумной дуги с высокой плотностью энергии разряда. В работе сделана попытка приблизиться к объяснению процесса модификации поверхности таких электродных материалов.

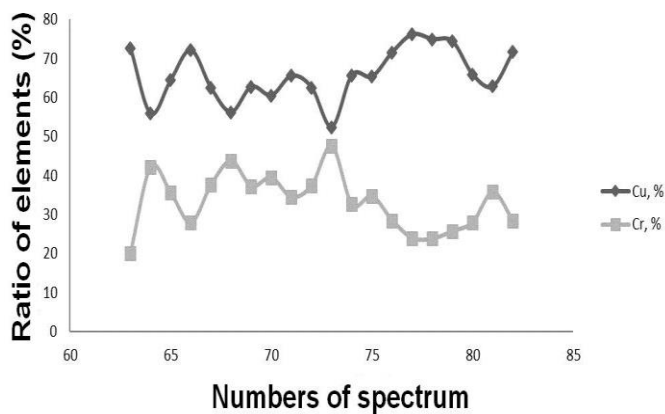
Рельеф поверхности электродов вакуумной дуговой камеры сканировался в местах локального взрыва и дополнялся РСМА для анализа состава поверхности и объема образцов. Благодаря этому можно было бы наблюдать перераспределение атомов в зоне катодных пятен в электродах системы Cu — Cr.

Рельеф начальной поверхности электрода характеризуется значительной шероховатостью. РСМА-сканирование элементного состава поверхности электрода свидетельствует, что концентрация атомов Cr и Cu характеризуется зонами повышенной и пониженной концентрации. Распределение этих атомов также раскрывает особенности рельефа (рис. 1а): на границе зоны плавления концентрация Cr (рис. 1б) значительно уменьшается (концентрация Cu растет).

В масс-спектрах (рис. 2) обнаруживаются как ионные линии технологических газов (водород и гелий), так и линии, соответствующие диффузионным маслам типа C_xH_y , и молекулы, десорбируемые со всех деталей прерывателя, а также ионы остаточного газа (CO_2 , N_2 , N и их многоатомные композиции).



а



б

Рис. 1. а) Застывшая зона расплава микровзрыва (на шкалах указаны точки с измеренной концентрацией в вертикальном направлении); б) процентное отношение атомных концентрации Cu и Cr вдоль вертикальной линии

На основе полученных результатов сделаем ряд предположений. Разнообразие атомных частиц в адсорбированных слоях (порядка 10^{15} см^2 в каждом слое) может реализовать оптимальные пары взаимодействующих адчастиц в катодных пятнах с атомами сплавного эмиттера и, следовательно, селективный рост ионно-электронной эмиссия для каждой комбинации. Этот процесс определит эффективность начального этапа возникновения вакуумной дуги. Генерация плазмообразующего газа предопределяется перегретыми выступами контактов в процессе их расхождения в прерывателях, а также очень малыми зазорами и, следовательно, значительными электрическими полями.

Из-за шероховатости поверхности расхождение контактов не одновременно, и через отдельные контактные пятна будет протекать весь коммутируемый ток. При этом стягивание электрического тока в поперечном сечении расплавляет выступы рельефа, образующего расплавленные металлические мостики в сужении, что создает струи расплава в зоне эрозии (рис. 3). Адсорбированные слои на электродах и оболочке станут инициатором формирования термодессорбции и развития вакуумной дуги.

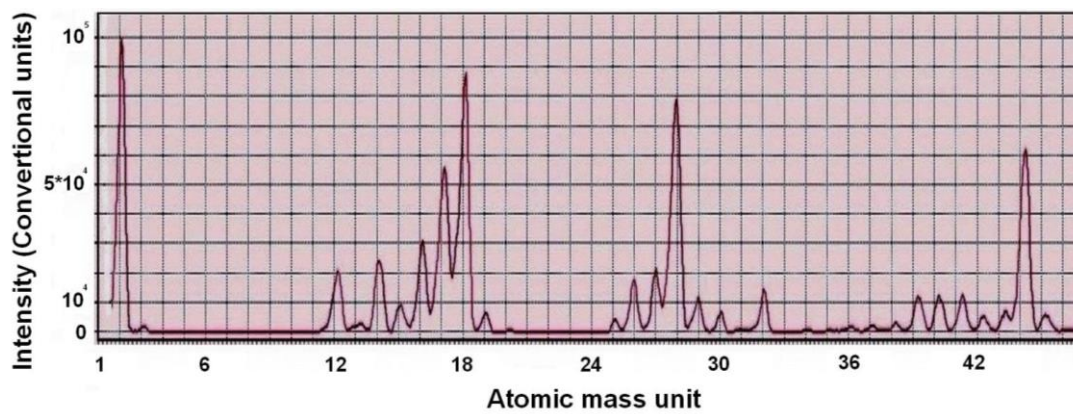


Рис. 3. Спектры состава ионного газа на различных технологических этапах, например при пайке

Сведения об авторе

Кудюкин Александр Игоревич — инженер ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 004.9:658.5

Е. В. Овчинникова, А. О. Серебряков

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА: ПЕРСПЕКТИВЫ И СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖИНИРИНГА

Данная статья посвящена анализу средств автоматизации инженеринговых работ.

компьютерный инжиниринг; CAE-системы

This article is devoted to the analysis of automation engineering tools.

computer Engineering; CAE Systems

Реализация Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы и концепции «Индустрия 4.0» отражает современные требования, предъявляемые к сфере промышленного производства и технологического развития в условиях глобальных рыночных отношений и высокой конкуренции во многих отраслях деятельности. Сложившиеся обстоятельства определяют новый подход к организации производственных систем: производственная среда рассматривается как единая интегральная система, включающая организационные и производственные компоненты, позволяющая синхронизировать и оптимизировать производственные процессы с учетом состояния внешней среды. Реализация

концепции «Индустрия 4.0» нацелена на увеличение производительности труда и эффективности использования ресурсов за счет цифровой трансформации различных областей деятельности, внедрения инновационных технологий, ориентированных на непрерывное совершенствование производственных процессов.

Решение задач совершенствования организации производства на основе «цифровизации» процессов жизненного цикла производимой продукции и предоставляемых услуг является одним из актуальных направлений и отвечает современным тенденциям, ориентированным на повышение конкурентоспособности производимой продукции/услуг или производственных систем за счет сокращения времени разработки и внедрения в серийное производство выпускаемой нового поколения продукции. Успешность решения данных задач во много зависит от непрерывного создания, внедрения, применения, накопления и трансфера новых знаний, наукоемких технологий и инновационных подходов, позволяющих выстраивать принципиально новые технологические цепочки с последующим построением на их основе «умных», или цифровых, производств. Одной из центральных наукоемких технологий является компьютерный инжиниринг, имеющий надотраслевой характер, в рамках которого принято выделять следующие приоритетные тенденции:

- концепция M^3 , интегрирующая мультидисциплинарный, многомасштабный и многостадийные подходы;
- активное использование средств автоматизации проектирования высококонкурентной продукции;
- эволюционное развитие концепции компьютерного проектирования конкурентной продукции с последующим переходом к цифровому производству;
- интеграция компьютерных систем, предназначенных для решения задач конструкторского и технологического характера с последующей ориентацией на станки с ЧПУ и аддитивные технологии;
- сокращение времени разработки и сроков вывода конкурентной продукции на рынок за счет активного внедрения технологий совместного или параллельного проектирования;
- совершенствование систем коллективной работы с инженерными данными;
- управление знаниями как основа высокой конкурентоспособности;
- создание и развитие компьютерных систем эффективного глобального сотрудничества между территориально распределенными проектными командами;
- создание надотраслевых (применяемых во многих отраслях) технологий.

Специфической особенностью процессов создания конкурентоспособной продукции нового поколения в кратчайшие сроки на промышленных предприятиях является выполнение инженерных расчетов, позволяющих определить наиболее оптимальное решение. В основе подобных расчетов лежит принцип многомодельности и многовариантности решений, что становится возможным при условии использования соответствующих компьютерных технологий. Анализ современного состояния средств программного обеспечения, используемых для выполнения инженерных расчетов, показывает различные подходы при решении подобных задач в зависимости от их уровня сложности, уникальности и уровня унификации. Не последнюю роль играет стоимость используемых программных продуктов и перспективность их дальнейшего применения.

Наибольший эффект и распространение в настоящее время получило использование надотраслевых и мультидисциплинарных САЕ-систем (Computer-Aided Engineering), в основе которых лежат современные вычислительные методы, описывающие решение промышленных и исследовательских задач в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных для пространственных областей сложной формы. Современные САЕ-системы позволяют создавать и применять на практике компьютерные модели с высоким уровнем адекватности реальным объектам и физическим средам и эффективно решать исследовательские и промышленные задачи.

С достаточной степенью условности к САЕ-системам можно отнести программные средства, имеющие встроенные функции символьных вычислений: *MatLab*, *mathCad*, *Mathematica*, *Maple V*, которые позволяют решать относительно несложные, узкоспециализированные и не-

крупные по масштабам задачи. Решение крупномасштабных мультидисциплинарных задач требует применения программного обеспечения комплексной направленности. Наиболее известными представителями такого программного обеспечения являются следующие продукты зарубежной разработки: *COSMOS/Works* (конечно-элементный комплекс для совместного использования с системой твердотельного параметрического моделирования *SolidWorks*), *DesignWorks* (комплекс полностью интегрированных в *SolidWorks* систем инженерных расчетов), *MSC/NASTRAN* для *Windows* (система инженерных расчетов, основанная на методе конечных элементов), *MSC/Working Model* (модуль для проведения экспресс-анализа прочностных и динамических характеристик изделия и решения задач оптимизации). Наряду с зарубежными разработками, в промышленное производство все больше внедряются и российские разработки. Наиболее известные из них — *APM Win Machine* (комплексное программное обеспечение для расчета и автоматизированного проектирования деталей машин, механизмов, элементов конструкций и узлов), СТАРТ (программный продукт для расчета прочности и жесткости разветвленных пространственных трубопроводов), САМ ЛП «Полигон» (программа для отработки некоторых технологических параметров литейных процессов) и др. Каждое программное средство нашло свою нишу в промышленном производстве и успешно используется. Более эффективное внедрение средств компьютерного инжиниринга требует значительных инвестиций в технологический рост и обновления требований к компетенциям при подготовке инженерно-технических кадров.

Список использованной литературы

1. Боровков А. И. [и др.] Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие. — СПб. : Политехн. ун-т, 2012. — 93 с.
2. Беднаржевский В. С. Обзор CAD/CAM/CAE-систем в энергомашиностроении. — URL : <http://window.edu.ru/resource/160/56160/files/62314e1-st01.pdf> (дата обращения: 15.03.2020).

Сведения об авторах

Овчинникова Елена Вадимовна — кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Серебряков Алексей Олегович — магистрант ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 004.94:621.373.826

**А. Я. Паюров, В. В. Кюн, Р. С. Румянцев,
В. А. Степанов, М. А. Фёдоров**

3D-ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛНОВОДНОГО CO₂-ЛАЗЕРА ПОПЕРЕЧНЫМ ВЧ-ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Работа посвящена 3D-проектированию элементов и узлов нового поколения волноводных CO₂-лазеров с поперечным ВЧ-возбуждением.

цикл; генерация; разработка; швеллер; метод экструзии; фланцы; штенгель

This work is devoted to 3D design of elements and assemblies of a new generation of waveguide CO₂ lasers with transverse RF excitation.

cycle; generation; under development; channel bar; extrusion method; flanges; exhaust tube

Сегодня нет ни одной отрасли знаний и промышленности, которая бы обходилась без широкого применения лазеров. Одним из наиболее представительных типов данного класса

приборов являются газоразрядные CO_2 -лазеры. Газовая активная среда отличается высокой оптической однородностью, что позволяет достигать уровня расходимости, близкого к дифракционному пределу, и обеспечивает локальность воздействия лазерного излучения в широком пространственном диапазоне. CO_2 -лазеры сегодня не только являются прекрасными приборами для физических исследований, но и служат эффективным инструментом современных промышленных технологий. Возникающая отсюда необходимость в разработке CO_2 -лазеров, отвечающих этим запросам, приводит к поиску новых технических решений.

В связи с этим была поставлена задача создания волноводного CO_2 -лазера с поперечным высокочастотным (ВЧ) возбуждением с широким использованием отечественного прецизионного профиля из сплавов алюминия. Применение методов объемного проектирования в данном случае призвано сократить сроки и обеспечить качество разработки CO_2 -лазеров нового поколения.

Рассмотрим цикл лазерной накачки CO_2 -лазера в стационарных условиях: электроны плазмы тлеющего разряда возбуждают молекулы азота (N_2), которые передают энергию возбуждения несимметричному валентному колебанию молекул CO_2 (уровень 00^0_1), являющемуся верхним лазерным уровнем. Нижний лазерный уровень — первый возбужденный уровень симметричного валентного колебания (уровень 10^0_0) вследствие резонанса Ферми с уровнем 02^0_0 деформационного колебания быстро релаксирует в столкновениях со специально добавляемым для этого в рабочую смесь гелием. Этот же канал релаксации эффективен и в случае, когда уровень 02^0_0 деформационного колебания также является нижним лазерным уровнем. В первом случае генерация происходит на переходе между уровнями 00^0_1 и 10^0_0 ($\lambda \approx 10,59$ мкм), во втором — на переходе между уровнями 00^0_1 и 02^0_0 ($\lambda \approx 9,6$ мкм). Таким образом, CO_2 -лазер — это лазер на смеси CO_2 , N_2 и He, где CO_2 обеспечивает излучение, N_2 — накачку верхнего уровня, He — опустошение нижнего уровня. Рассмотренный цикл лазерной накачки позволяет сделать вывод, что хороший теплоотвод является одним из важных условий реализации высокой эффективности CO_2 -лазера, компактности его конструкции. В свою очередь, этому способствует также использование поперечного электрического ВЧ-возбуждения.

Разрабатываемый волноводный CO_2 -лазер непрерывного действия с поперечным ВЧ-возбуждением разряда состоит из активного элемента, системы накачки (ВЧ-генератор), системы охлаждения, системы юстировки зеркал и оптических элементов.

Разрядная структура-волновод лазера образована двумя швеллерами из алюминиевого сплава АД31Т (рис. 1).

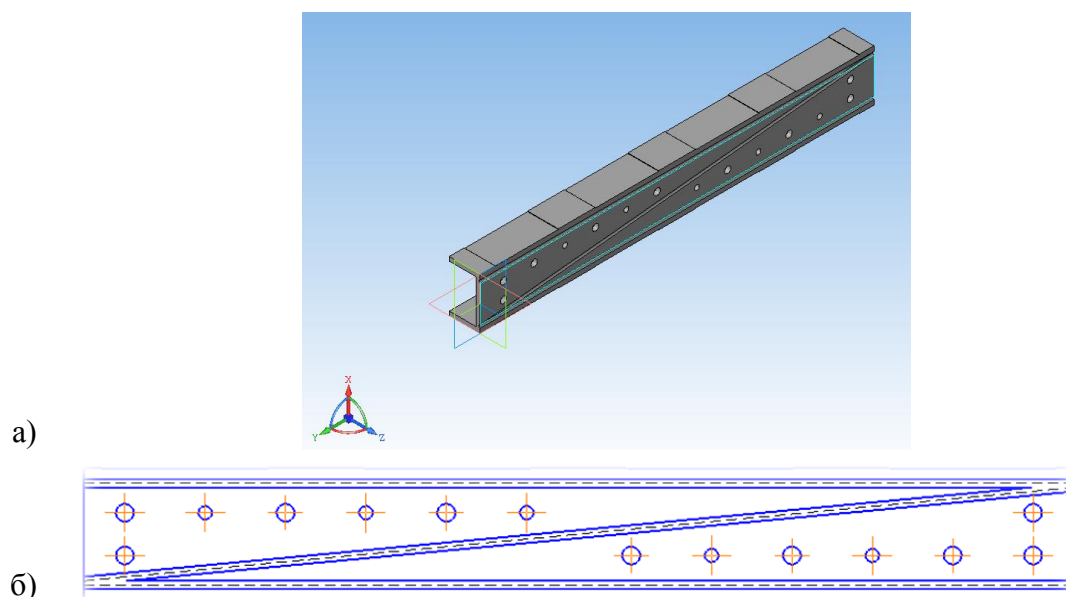


Рис. 1. Общий вид разрядной структуры (а) и оптическая схема волноводного Z-образного канала (б)

Волноводный Z-образный канал получен путем фрезерования соответствующих полуцилиндрических углублений на внешней поверхности данных швеллеров и последующей симметричной сборки. Для снижения волноводных потерь на рабочих длинах волн CO_2 -лазера поверхность электродов покрывается оксидом алюминия ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$).

Корпус (бокс), в который помещают разрядную структуру, представляет собой трубу квадратного сечения и изготовлен методами проката (экструзии) из сплава алюминия типа АД31Т (рис. 2).

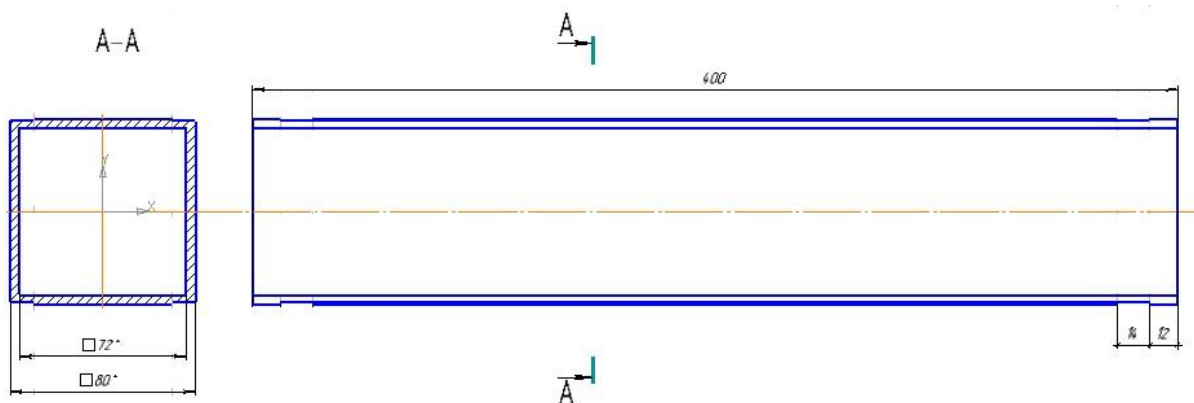


Рис. 2. Корпус активного элемента

На торцах корпуса герметично устанавливаются юстировочные фланцы, на которых размещены зеркала, штенгель для откачки и элементы их фиксации (рис. 3б). Герметичность вакуумной оболочки активного элемента обеспечивается специальными фторкаучуковыми уплотнениями. В зависимости от назначения для герметизации может быть применен один из современных полимерных клеев. Охлаждение осуществляется двумя алюминиевыми радиаторами-пластинами с каналами для прохождения воды (рис. 3а)

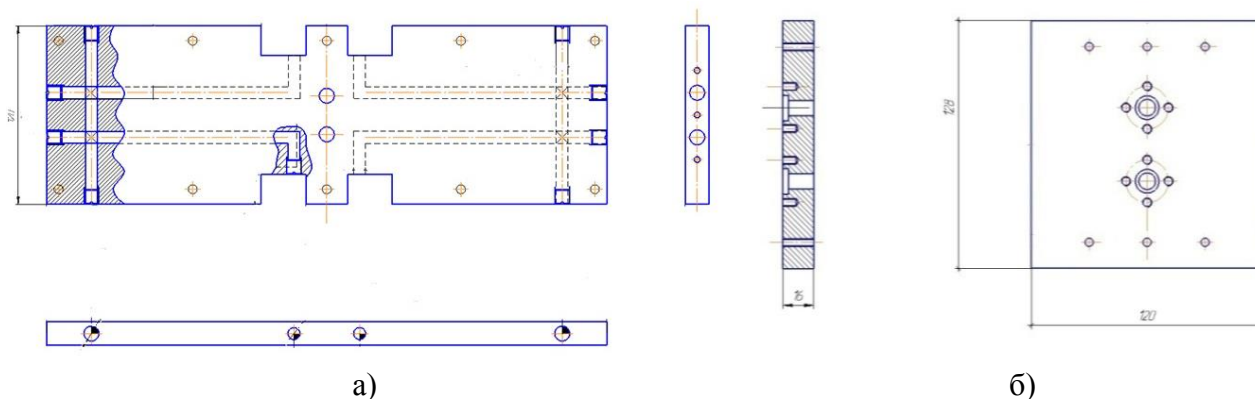


Рис. 3. Система охлаждения (а) и система юстировки зеркал и оптических элементов (б)

Внешний вид активного элемента, системы охлаждения, ВЧ-генератора (драйвер) и системы юстировки зеркал волноводного CO_2 -лазера с поперечным ВЧ-возбуждением представлены на рисунке 4.

На данный момент получена мощность более 20 Вт, отработан ряд технологических операций процесса сборки изделия и изготовления узлов. Вместе с тем выявлен ряд проблем обеспечения стабильности и эффективности работы устройства в целом:

- жесткие требования к качеству обработки сопрягаемых поверхностей при использовании уплотнений из вакуумно-плотной резины;

- асимметрия тепловыделения, приводящая к разъюстировке оптического резонатора;
- высокие требования к качеству обработки разрядного канала-волновода.

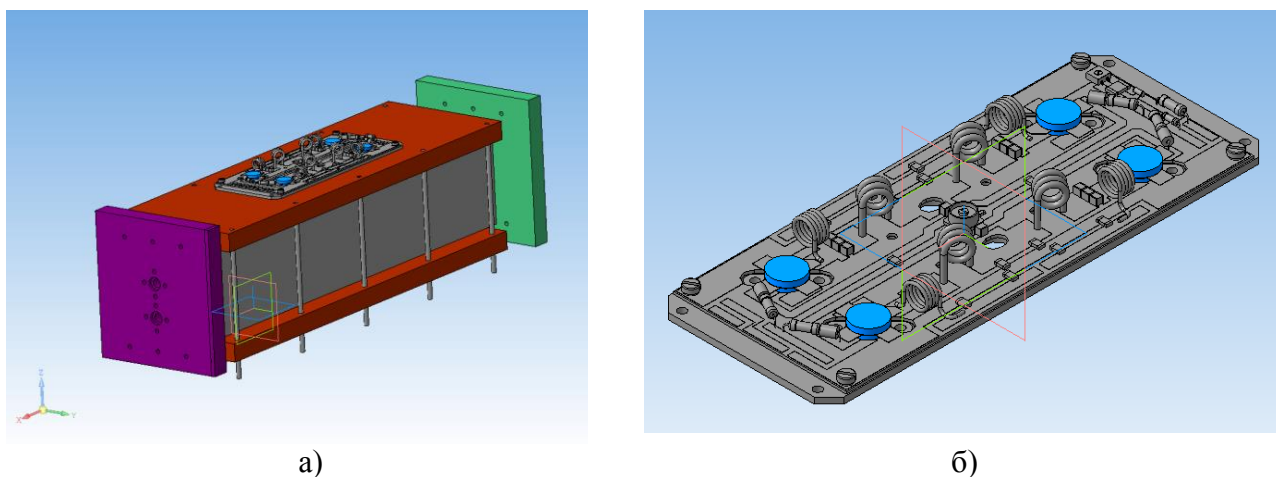


Рис. 4. Компьютерная модель разрабатываемого волноводного CO_2 -лазера (а) и ВЧ-генератор (б)

Устранение данных проблем в процессе дальнейшей отработки предлагаемой конструкции и технологии волноводного CO_2 -лазера по расчетным оценкам обеспечит повышение мощности излучения до уровня 40–45 Вт при ожидаемой нестабильности не более 5%.

Сведения об авторах

Степанов Владимир Анатольевич — доктор физико-математических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Румянцев Руслан Сергеевич — студент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Кюн Валерий Владимирович — кандидат физико-математических наук, АО «Плазма» (Рязань).

Паюров Александр Яковлевич — ведущий специалист АО «Плазма» (Рязань).

Федоров Михаил Александрович — инженер АО «Плазма» (Рязань).

УДК 620.18:621.79

Н. В. Рыбина, А. В. Алпатов, Н. Б. Рыбин

РАСЧЕТ ИНФОРМАЦИОННО-КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРЫ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ИХ ПОВЕРХНОСТИ

Статья посвящена описанию методики расчета информационно-корреляционных характеристик структуры твердотельных материалов по изображению их поверхности. Области применения разработанной методики — полупроводниковая электроника, наноэлектроника, физика наносистем, диагностика наноматериалов и наноструктур и другие области, связанные с исследованием структуры твердотельных материалов.

информационно-корреляционные характеристики; структура; поверхность; методика расчета; двумерный флуктуационный анализ; средняя взаимная информация

The article is devoted to description a technique for calculating information-correlation characteristics of the structure of solid-state materials based on the image of their surface. Areas of application of the developed technique are semiconductor electronics, nanoelectronics, physics of nanosystems, diagnostics of nanomaterials and nanostructures, and other areas related to the study of the structure of solid-state materials.

information-correlation characteristics; structure; surface; calculation technique; two-dimensional fluctuation analysis; average mutual information

В настоящее время в различных областях науки и техники все больше применяются твердотельные материалы со сложной структурой. Это обуславливает развитие методик исследования свойств структуры поверхности таких материалов.

В данной работе рассмотрена методика расчета информационно-корреляционных характеристик структуры твердотельных материалов по изображению их поверхности на основе метода двумерного флуктуационного анализа с исключенным трендом (*2D Detrended Fluctuation Analysis, 2D DFA*)₁, метода средней взаимной информации (СВИ)₂ и метода масштабируемого пространства₃.

Метод СВИ позволяет получить распределение взаимной информации (ВИ), рассчитанной для каждой пары точек (высот поверхности). Из распределения ВИ определяют следующие характеристики:

- СВИ — характеризует степень упорядоченности структуры;
- МВИ (максимальная взаимная информация) — характеризует информационную емкость структуры.

Метод *2D DFA* позволяет получить зависимость флуктуационной функции от пространственного масштаба $F(s)$. Из этого графика находят значения s , на которых наблюдаются перегибы $F(s)$. Масштабы пересчитываются в величины корреляционных векторов, соответствующие периодам гармонических составляющих в структуре поверхности материала.

Если исследуемая структура сложная, то есть в ней много гармонических составляющих, то на зависимости флуктуация — пространственный масштаб перегибы могут накладываться друг на друга. Для этого случая была разработана методика на основе метода масштабируемого пространства (*Scale-Space DFA*)₃.

С помощью *Scale-Space DFA* изображение сложной структуры можно разложить на более простые составляющие с помощью сглаживающего фильтра при разных коэффициентах сглаживания. При этом получается несколько зависимостей $F(s)$, из которых проще определить все перегибы флуктуационной функции. На рисунке 1 показан график $F(s)$ для модельной поверхности «Баллистическое осаждение частиц», полученный с помощью методики *Scale-Space DFA*.

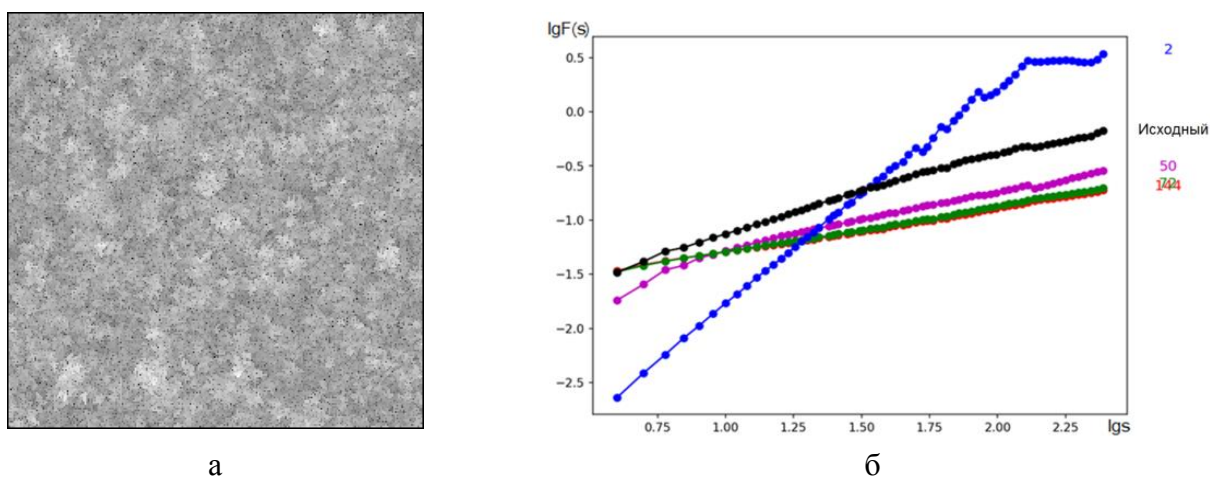


Рис. 1. Результат расчета с помощью методики *Scale-Space DFA*:

а — модельная поверхность «Баллистическое осаждение частиц»;
б — график зависимости флуктуационной функции от масштаба для модельной поверхности

Расчет ВИ для подповерхностей с различным сглаживающим коэффициентом позволяет оценить изменение степени упорядоченности и информационной емкости. Это необходимо, если требуется оценить свойства гармонических составляющих в структуре при наложении шумовой составляющей или же получить информацию о шуме в сложных структурах. На рисунке 2 приведен пример вывода результатов, полученных методикой *Scale-Space DFA* совместно с расчетом СВИ, для модельной поверхности «Равномерный шум на 2D-синусоиде».

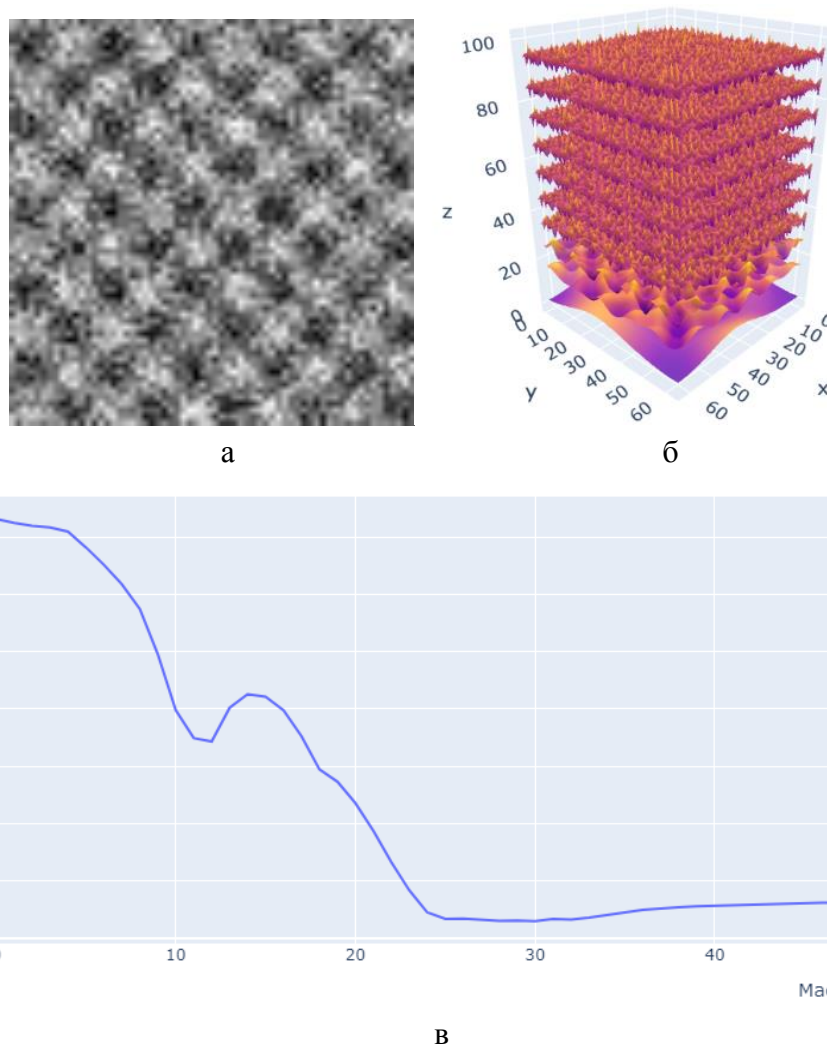


Рис. 2. Результаты, полученные с помощью методики *Scale-Space DFA* совместно с расчетом СВИ: а — модельная поверхность «Равномерный шум на 2D-синусоиде»; б — вид подповерхностей, сглаженных с помощью метода *Scale-Space*, при различных коэффициентах сглаживания; в — график зависимости МВИ от масштаба сглаживания

Список использованной литературы

1. Алпатов А. В., Вихров С. П., Гришанкина Н. В., Мурсалов С. М. Исследование структурной сложности профиля поверхности материалов с применением метода 2D флуктуационного анализа с исключенным трендом // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. — 2012. — № 4, ч. 2. — С. 12–20.
2. Алпатов А. В., Вихров С. П., Вишняков Н. В., Мурсалов С. М., Рыбин Н. Б., Рыбина Н. В. Комплексный метод исследования корреляционных параметров самоорганизованных структур // ФТП. — 2016. — Т. 50, вып. 1. — С. 23–29.
3. Алпатов А. В., Рыбина Н. В. Применение методики *Scale-Space* к исследованию самоорганизующихся структур // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. — 2019. — № 7. — С. 92–98.

Сведения об авторах

Рыбина Наталья Владимировна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина» (Рязань).

Рыбин Николай Борисович — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина» (Рязань).

Аллатов Алексей Викторович — кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина» (Рязань).

УДК 621.376.22:621.3.015:543.51

К. Е. Серегин, Н. В. Коненков

АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ВЧ НАПРЯЖЕНИЯ КВАДРУПОЛЬНОГО ФИЛЬТРА МАСС

Целью работы является определение условий резонансного квадрупольного параметрического возбуждения колебаний ионов, при которых инициируется возникновение X-островов стабильности квадрупольного фильтра масс, формируемых амплитудной модуляцией ВЧ напряжения. В работе применяется метод математического моделирования процесса движения ионов. На основе условия устойчивости уравнения Хилла рассчитывается диаграмма стабильности на плоскости параметров (a, q) . Подчеркивается, что в расчетах модифицированной диаграммы стабильности важно знание наименьшего периода ВЧ сигнала. Траекторный метод используется для расчета контура пропускания в исследуемом острове стабильности.

квадрупольный фильтр масс; амплитудная модуляция; параметрический резонанс; X-острова стабильности; разрешающая способность; пропускание; гауссов пучок ионов

The aim of the article is specification of conditions of resonant quadrupole parametric excitation of ion oscillation which initiate the appearance of X - stability islands of quadrupole mass filter with amplitude modulation of RF potential. The work employs mathematical modulation method of the process of ion movement. The diagram of stability on (a, q) plane is calculated based on stability conditions of Hill equation. It is important that to calculate the modified stability diagram one should know the smallest RF signal period. Trajectory method is used for the calculation of transmission contour in the investigated stability island.

quadrupole mass filter; amplitude modulation; parametric resonance; X — stability islands; resolution; transmission; Gaussian ion beam

Расщепление первой области стабильности на острова происходит за счет явления параметрического резонанса [2]. В нашем случае периодическим параметром уравнения движения ионов является амплитуда ВЧ напряжения квадрупольного фильтра масс (КФМ) [3]. Уравнения движения ионов при амплитудной модуляции ВЧ напряжения имеют вид [3]:

$$x'' + \{a - 2q\cos[2(\xi - \xi_0)](1 + m\cos[2\nu(\xi - \xi_0)])\}x = 0, \quad (1)$$

$$y'' + \{a - 2q\cos[2(\xi - \xi_0)](1 + m\cos[2\nu(\xi - \xi_0)])\}y = 0, \quad (2),$$

где $\xi = \Omega t^2$ — безразмерное время, Ω — угловая частота ВЧ поля, ξ_0 — начальная фаза RF поля, ν — относительная частота сигнала модуляции, m — глубина амплитудной модуляции, x и y — поперечные координаты, нормированные к r_0 , r_0 — радиус поля. Движения ионов

по x и y координатам независимы. Уравнения (1) и (2) представляют собой уравнения Хилла [1] с параметрами уравнения Матье a и q :

$$a = \frac{4eU}{m_i \Omega^2 r_0^2}, q = \frac{8eV}{m_i \Omega^2 r_0^2}. \quad (3)$$

Здесь e и m_i — заряд и масса иона, U — постоянное напряжение и V — амплитуда переменного напряжения, прикладываемого к противоположным электродам КФМ: $\pm[U - (1 - m * \cos \omega t)V * \cos \Omega t]$, ω — угловая частота сигнала модуляции, m — параметр модуляции, $\nu = \omega/\Omega$ — безразмерная частота сигнала модуляции.

Частоты параметрического квадрупольного резонансного возбуждения $\omega_{k,K}$:

$$\omega_{k,K} = \frac{1}{K} |k + \beta| \Omega, K = 1, 2, \dots, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (4),$$

где K — порядок резонанса, β — показатель характеристической экспоненты [4] Ω — угловая частота ВЧ генератора.

Практически важны малые частоты модуляции ($K = 1$), когда $\nu = |k + \beta|$ и $\beta = 1/P$, P — целое число. В этом случае колебания ионов периодичны с периодом $2\pi P$ и резонансные условия более ярко выражены. Функция $G(\xi) = 2q \cos[2\xi](1 + m \cos[2\nu\xi])$ — форма питающего ВЧ напряжения, имеет период πP . Это обстоятельство важно, поскольку матрица преобразования за период πP определяет условие стабильности траектории иона: след матрицы преобразования за период πP должен быть < 2 . Это условие используется при построении модифицированной диаграммы стабильности уравнения Матье.

На рисунке 1 представлены форма $G(\xi)$ модулированного ВЧ напряжения и ее частотный спектр для относительной амплитуды ВЧ напряжения $q = 0,75$, параметра модуляции $m = 0,05$, относительной частоты модуляции $\nu = 1/20$. Основная гармоника $\nu_0 = 2$ соответствует частоте Ω ВЧ генератора. В спектре присутствуют две боковые гармоники с частотами $2 \pm 2\nu$. В свете формулы (4) резонансные условия при амплитудной модуляции возможны только на частотах $\nu = 1/P$, когда P — целое число.

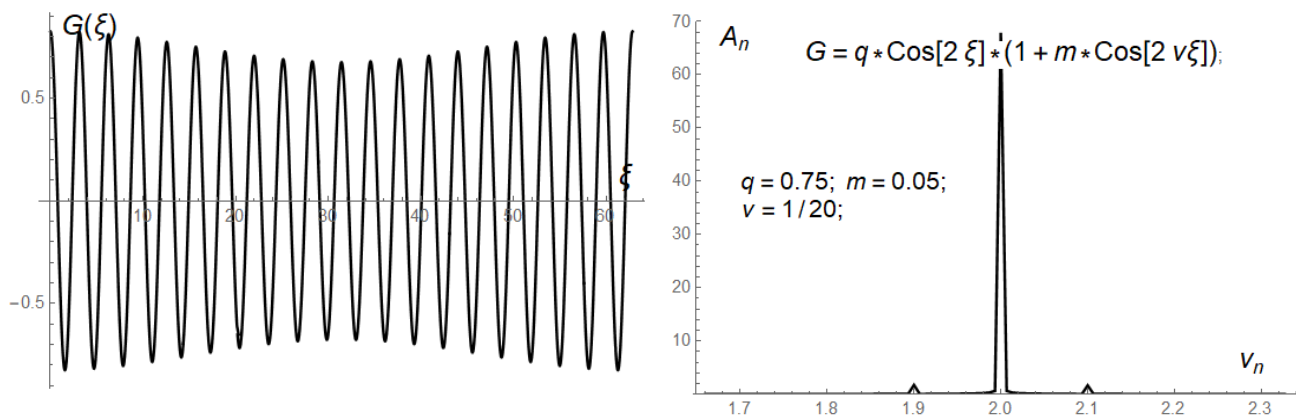


Рис. 1. Форма ВЧ сигнала и его Фурье-спектр для параметров $q = 0,75, m = 0,05, \nu = \frac{1}{20}$

На рисунке 2а представлены острова стабильности для частоты модуляции $\nu = 1/30$ при глубине модуляции $m = 0,026$. Прямая линия $a = 2\lambda q$ с параметром $\lambda = 0,163$ пересекает рабочий остров X1 без пересечения других островов. X-острова ориентированы вдоль $\text{изо-}\beta_x$ линий и Y-острова — вдоль $\text{изо-}\beta_y$ линий. В случае пересечения других островов происходит наложение масс-спектров, что нежелательно. С уменьшением относительной частоты ν модуляции полосы нестабильности уширяются, и острова X1 и X2 становятся уже. Это означает, что разрешающая способность возрастает при увеличении периода модулирующего сигнала.

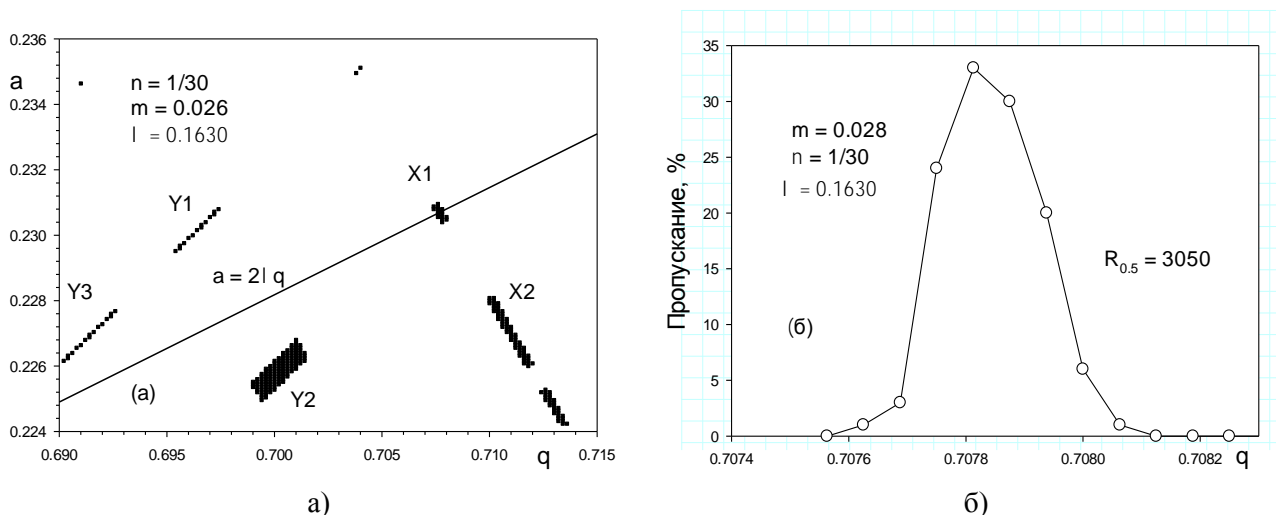


Рис. 2. а) острова стабильности вблизи верхней вершины невозбужденной первой области стабильности КФМ для частоты модуляции $\nu = 1/30$ и параметра модуляции $m = 0,026$;
 б) контур пропускания КФМ в X1-острове стабильности

Контур пропускания КФМ в острове X1 показан на рисунке 2б. Входной пучок ионов моделировался гауссовым случайным распределением с дисперсией по скоростям $\sigma_v = 0,016 \pi r_0 f$ и координатам $\sigma_x = 0,01 r_0$. Начальная фаза влета иона в ВЧ квадрупольное поле ξ_0 случайно распределена на интервале $[0, \pi P]$. Время сортировки ионов составляет 150 периодов ВЧ поля.

Наблюдается треугольная форма массового пика при хорошем коэффициенте пропускания 35 % и значительной величине разрешающей способности, определенной по 50 % уровню высоты пика. В обычном режиме работы КФМ в верхней вершине диаграммы стабильности достижение таких характеристик весьма затруднительно [1].

Список использованной литературы

1. Konenkov N. V., Korolkov A. N., Machmudov M. N. Upper Stability Islands of the Quadrupole Mass Filter with Amplitude Modulation of the Applied Voltages // J. Am. Soc. Mass Spectrom. — 2005. — Vol. 16. — Pp. 379–387.
2. Konenkov N. V., Seregin K. E., Makhmudov M. N. [et al.] Stable X-islands of quadrupole mass filter. Euro J Mass Spectrom. — 2019.
3. Dawson P. H. Quadrupole mass spectrometry and its applications. — N. Y. : American Institute of Physics, 1995. — P. 349.
4. Fossen T. I., Editors H. N. Parametric Resonance in Dynamical Systems // Springer Science + Business Media. — 2012. — Pp. 1–16.

Сведения об авторе

Серегин Кирилл Евгениевич — аспирант ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Коненков Николай Витальевич — доктор физико-математических наук, профессор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНОЙ СТРУКТУРЫ, СФОРМИРОВАННОЙ В ПЛЕНКЕ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

Рассмотрен метод металл-стимулированного травления. Для реакции травления были использованы частицы серебра. Было обнаружено, что наноструктура Ag/por-Si обладает свойствами контакта металл-полупроводник, проанализированы электрофизические свойства Ag/por-Si.

пористый кремний; металл- стимулированное травление; поверхность; вольт-амперные характеристики; вольт-фарадные характеристики; контакт металл-полупроводник

A metal-assisted chemical etching method (MACE) has been considered. The Ag nanoparticles for etching are used. It was revealed that the nanostructure Ag/por-Si has properties metal-semiconductor contact. Electrophysical characteristics of Ag/por-Si have been discussed.

por-Si; MACE; surface; voltage-current characteristics; voltage-farad characteristics; Ag/por-Si; metal-semiconductor contact

В настоящее время достаточно большое внимание уделяется методу металл-стимулированного травления для изготовления пленок пористого кремния (por-Si). Такие пленки характеризуются наиболее низким коэффициентом отражения в видимой и ближней ИК-области спектра, что делает перспективным их применение в солнечной энергетике [3]. Благодаря тому, что пленки por-Si, изготовленные металл-стимулированным травлением, имеют сильно развитую поверхность, на их основе можно создавать высокочувствительные химические датчики [2]. В связи с указанными обстоятельствами актуальной является задача формирования барьерных слоев на внешней поверхности кремниевых кристаллитов, образующих пленку por-Si.

В данной работе изучается полупроводниковая структура на основе por-Si, содержащая металлические частицы (серебро), сформированные химическим осаждением на фронтальной поверхности. Особенности морфологии и внутреннего строения пленки исследуется методом растровой электронной микроскопии с использованием микроскопа JSM-6610 LV (JEOL, Япония). В состав микроскопа входит энергодисперсионный анализатор, позволяющий проводить элементный анализ. Для исследования электрофизических процессов используются методы измерения вольт-амперных (ВАХ) и вольт-фарадных (ВФХ) характеристик с использованием цифрового измерителя имитанса E7-20 (МНИПИ, Белоруссия).

В качестве подложки для изготовления исследуемой структуры используется монокристаллическая кремниевая пластина p-типа с кристаллографической ориентацией (100) и удельным сопротивлением 1 Ом × см. Технологический процесс изготовления полупроводниковой структуры проводится в три этапа. На первом этапе на поверхности подложки осаждают наноразмерные частицы Ag. Используется раствор следующего состава: Ag₂SO₄ (10,45 г), HF (10 мл), H₂O (150 мл), C₂H₅OH (50 мл). Осаждение производится в течение 15 с. Далее образец подвергается отмыванию водой и сушке. В ходе второго этапа формируется пористая структура. Для этого пластину с нанесенными частицами Ag помещают в раствор: HF (10 мл), H₂O₂ (10 мл), C₂H₅OH (5 мл). Операция проводится в течение 20 мин, после чего образец промывается водой, а затем в концентрированной азотной кислоте для удаления частиц Ag с дна пор. В ходе третьего этапа на поверхность кремниевых кристаллитов осаждаются частицы Ag. Для этого используется раствор, применяемый на первом этапе. Осаждение производится в течение 30 с. После этого пластина промывается в воде и высушивается. Для проведения электрических измерений были сформированы индиевые контакты к пленке por-Si с частицами Ag и к тыльной стороне подложки.

На рисунке 1 представлены изображения наиболее типичных фрагментов фронтальной поверхности и поперечного скола исследуемого образца, полученные с помощью растрового электронного микроскопа. Толщина пленки por-Si составляет $12,0 \pm 0,5$ мкм. С помощью энергодисперсионного анализатора установлено, что глубина проникновения Ag , осаждаемого в ходе второго этапа не превышает 3 мкм от внешней поверхности пленки por-Si . Таким образом, частицы Ag проникают вглубь слоя por-Si не более чем $\frac{1}{4}$ его толщины. Кремниевые кристаллиты имеют столбчатую структуру. В глубине пор металл отсутствует. Это можно объяснить тем, что проникновение электролита в глубину пор затруднено. Кроме того, на поверхности кремниевых кристаллитов сосредоточено сильное электрическое поле, способствующее более интенсивному протеканию электрохимического процесса восстановления нейтральных частиц Ag в ходе третьего этапа. На фронтальной поверхности (рис. 1б) Ag образует островковую пленку, состоящую из отдельных частиц.

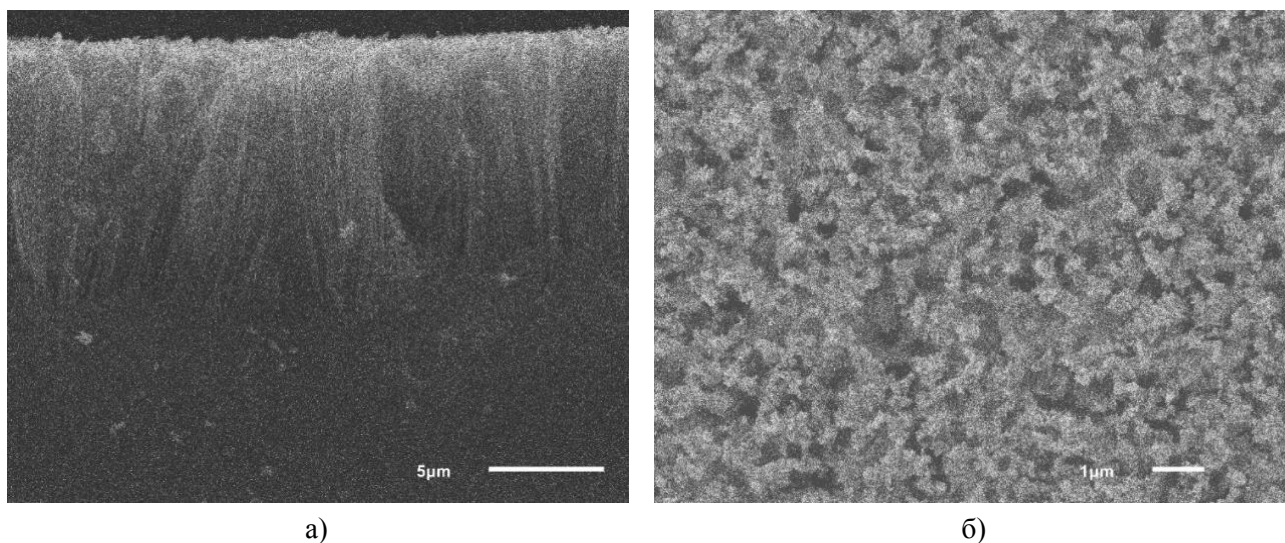


Рис. 1. Изображения поперечного скола (а) и фронтальной поверхности (б) исследуемого образца

В ходе реакции, протекающей на третьем этапе, поверхность кремниевых кристаллитов под серебряными частицами частично окисляется.

Измерение ВАХ в прямом и обратном смещении показывает, что исследуемая структура обладает выпрямляющими свойствами. Прямому смещению соответствует приложение отрицательного смещения на контакт к por-Si . На рисунке 2 представлены ВАХ, измеренные в прямом (рис. 2а) и обратном смещении (рис. 2б) при температуре образца 300 К.

На начальном участке ВАХ в прямом смещении (см. рис. 2а) применимо выражение, характерное для структуры контакта металл-полупроводник:

$$I = I_0 \exp\left(\frac{qU}{nkT}\right), \quad (1)$$

где I — полный ток в прямом смещении, I_0 — ток насыщения, U — постоянное напряжение смещения, q — заряд электрона, k — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура, n — показатель неидеальности [1]. Так как величина n для исследуемой структуры близка к 2, это означает, что при прямом смещении преобладает рекомбинация носителей в области пространственного заряда контакта металл-полупроводник.

В обратном смещении ВАХ имеет вид, характерный для мягкого пробоя (рис. 2б). Это позволяет заключить, что преобладает лавинный пробой с участием большого количества ловушек с глубокими энергетическими уровнями, находящихся в базовой области исследуемой структуры.

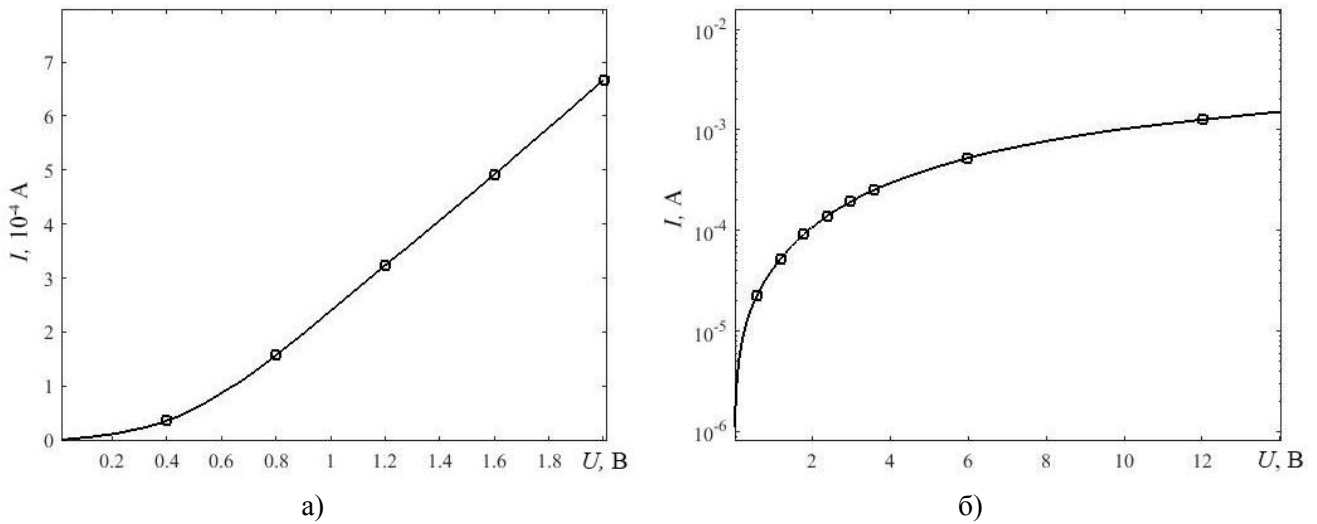


Рис. 2. ВАХ Ag/por-Si/Si-p структуры при прямом (а) и обратном (б) смещении

На рисунке 3 представлены ВФХ исследуемой полупроводниковой структуры Ag/por-Si/Si-p в прямом и обратном смещении, измеренные на частоте 1 МГц при $T = 300$ К.

В области прямого смещения при $U > 2$ В наблюдается режим аккумуляции. При этом напряжение приложено к тонкому слою окисла SiO_2 , который находится в приповерхностном слое кремниевых кристаллитов под частицами Ag. Толщина этого слоя определяется формулой

$$d = \frac{\varepsilon_0 S}{C_{\max}}, \quad (2)$$

где d — толщина окисла, ε — диэлектрическая проницаемость SiO_2 , ε_0 — диэлектрическая постоянная, S — площадь контакта, C_{\max} — максимальная емкость структуры в режиме аккумуляции. Толщина слоя окисла, вычисленная по формуле (2), составила 0,1 мкм.

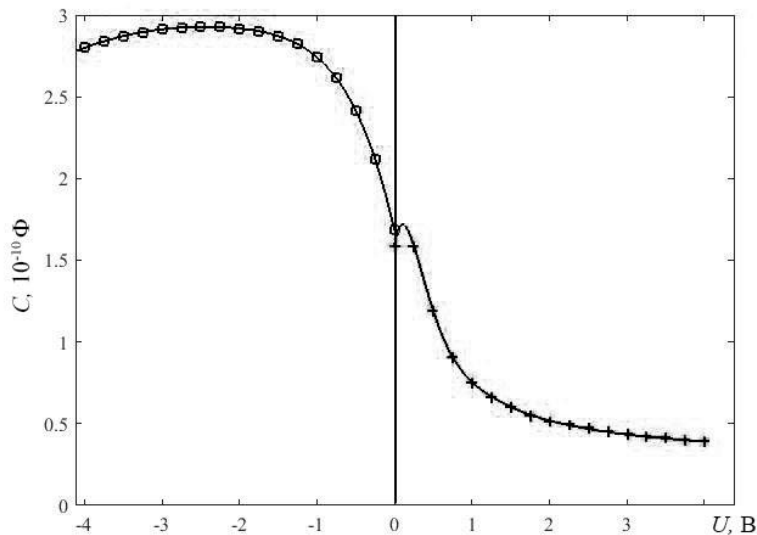


Рис. 3. ВФХ исследуемой полупроводниковой структуры Ag/por-Si/Si-p в прямом и обратном смещении, измеренные на частоте 1 МГц при $T = 300$ К

При обратном смещении ВФХ исследуемой структуры определяется барьерной емкостью контакта металл-полупроводник. Локальный максимум ВФХ в диапазоне напряжений обратного смещения 0–0,5 В обусловлен влиянием поверхностных состояний на кремниевых

кристаллитах. На основе ВФХ, измеренной при обратном смещении, по методике, представленной в работе С. Зи «Физика полупроводниковых приборов» [1], построен профиль распределения концентрации легирующей акцепторной примеси в базовой области исследуемой структуры (рис. 4).

Из рисунку 4 следует, что в приповерхностном слое базовой области наблюдается обеднение акцепторной примесью. Это может объясняться частичной компенсацией основной акцепторной легирующей примеси поверхностными состояниями с глубокими энергетическими уровнями на кремниевых кристаллитах. Также наблюдаемое обеднение может быть вызвано вытравливанием примесных атомов бора в ходе металл-стимулированного травления.

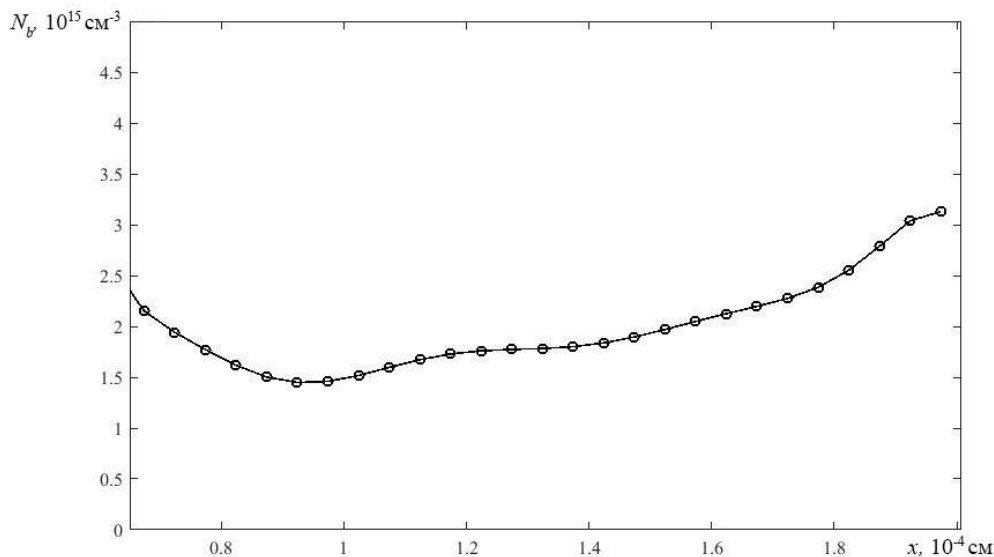


Рис. 4. Профиль распределения концентрации легирующей акцепторной примеси в базовой области исследуемой структуры

Таким образом, исследуемый образец представляет собой контакт металл-полупроводник с тонким промежуточным слоем окисла SiO₂. Высокая проводимость окисла обеспечивается наличием в нем дефектов. Перенос носителей заряда в окисле может осуществляться механизмами туннелирования с участием ловушек с глубокими энергетическими уровнями. Также может присутствовать механизм ТОПЗ. Базовая область исследуемой структуры находится внутри кремниевых кристаллитов, образующих пленку por-Si. Обеднение легирующей примесью приповерхностного слоя базовой области может быть использовано для реализации высокочувствительных оптических датчиков видимого и ближнего ИК-диапазона, работающих в фотодиодном режиме.

Список использованной литературы

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов : в 2-х т. — М. : Мир, 1984. — Т. 1. — 456 с.
2. Соцкая Н. В. [и др.] Физико-химические свойства поверхностей модифицированных наночастицами металлов // Сорбционные и хроматографические процессы. — 2009. — Т. 9, вып. 5. — 652 с.
3. Properties of Porous Silicon / L. Canham (ed.). — L. : INSPEC, The Institution of Electrical Engineers, 1997.

Сведения об авторах

Чернобровкина Анастасия Сергеевна — студентка ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Трегулов Вадим Викторович — кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

Раздел 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И STEM-ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ, ТЕХНОЛОГИИ И АСТРОНОМИИ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

УДК 378.147.88

Т. В. Кириллова

ПРИМЕНЕНИЕ EDUSCRUM-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Данная статья посвящена рассмотрению EduScrum-технологии, которая является адаптированной методологией *Scrum*, применяемой в образовании. Суть данной методологии состоит в командном выполнении отдельных этапов формируемой в процессе обучения студентов деятельности с обязательным фиксированием результатов на scrum-доске.

EduScrum-технология; спринт; процесс обучения; будущий учитель физики

This article is devoted to the consideration of EduScrum technology, which is an adapted Scrum methodology used in education. The essence of this methodology is the team execution of individual stages of activities formed in the process of training students with the obligatory recording of results on a scrum-board.

EduScrum technology; sprint; learning process; future physics teacher

В настоящее время большое применение в процессе обучения школьников и студентов находит так называемая EduScrum-технология, выделившаяся из классической Scrum-методологии. Применение данной технологии в образовании подразумевает прозрачность процесса реализации проекта, проверку знаний и корректность траектории, по которой движутся команды на пути к цели, а также адаптацию к изменениям в процессе реализации проекта [1, с. 131]. Согласно этой методологии основным ее структурным элементом является спринт, который направлен на достижение планируемого результата в определенный срок (в среднем составляет 1–4 недели). В состав спринта входят этапы, представленные в таблице.

Таблица

Этапы спринта

| № | Наименование | Краткая характеристика |
|----|--|--|
| 1. | Формирование команды | Формируется из числа обучающихся (4–7), в функции входит самостоятельное принятие решения, постановка цели и задач по ее достижению |
| 2. | Планирование | Проводится короткое совещание (до 15 мин), в течение которого команды определяют задачи спринта, ранжируют их по степени важности и составляют маршрутный лист |
| 3. | Собрание на ходу, или стендап (stand-up) | Каждым участником обсуждаются такие вопросы, как: что сделано к сегодняшнему дню, что будет делаться сегодня, что мешает работе и т. п. |

| № | Наименование | Краткая характеристика |
|----|-------------------------------------|--|
| 4. | Выполнение поручения внутри спринта | Каждый обучающийся, основываясь на маршрутном листе, выполняет определенное поручение |
| 5. | Обзор спринта | Представление результатов проделанной работы |
| 6. | Ретроспектива и личная рефлексия | Обсуждение участниками команды результатов работы в рамках спринта, его эффективность, возникающие проблемы и аспекты, которые необходимо изменить. Использование листа самооценки работы в команде каждым ее членом |

Для реализации EduScrum-технологии на учебном занятии необходимо распределить три основные роли: владелец продукта, scrum-мастер и член команды. В роли владельца продукта выступает преподаватель, который определяет требования и «заказывает» результаты по итогу реализации каждого спринта и учебного проекта в целом. Скрам-мастер может назначаться владельцем продукта из числа обучающихся или выбираться при членами своей команды. В функции скрам-мастера входит поддержание правильного направления работы над спринтом (проектом), решение возникающих проблем, устранение препятствий и представление владельцу продукта результатов работы над спринтом (проектом).

В качестве основного средства, используемого для осуществления EduScrum в процессе обучения, является скрам-доска, которая представляет собой размеченное поле с колонками «Бэклог» (или «Нужно сделать»), «В процессе», «Сделано» и наглядно показывает динамику и прогресс проекта [1, с. 132]. В ходе решения каждого спринта происходит перемещение отдельных запланированных задач через все колонки доски слева направо, пока не окажутся в колонке «Сделано».

Приведем пример применения EduScrum-технологии для организации процесса подготовки будущих учителей физики к деятельности по проектированию урока изучения нового материала. Например, в деятельность учителя по разработке проекта урока «Организация познавательной деятельности учащихся по созданию понятия о физическом явлении на эмпирическом уровне познания» входит такое действие, как конкретизация обобщенной логической схемы применительно к данному понятию. Далее рассмотрим пример задания, предлагаемого студентам для выполнения одного из спринтов: «Конкретизируйте обобщенную логическую схему применительно к получению понятия о плавании тел на эмпирическом уровне познания».

Преподаватель формирует маршрутную карту с указанием следующих действий (задач), перенесенных в бэклог скрам-доски:

- 1) составить определение понятия о физическом явлении на макроуровне;
- 2) выделить структурные элементы физического явления (МО-1, МО-2, условия взаимодействия);
- 3) придумать исходную ситуацию, в которой возникает потребность сформулировать общую ПЗ;
- 4) сформулировать ПЗ № 1, 2, 3;
- 5) разработать метод решения ПЗ № 1, 2, 3;
- 6) разработать экспериментальную установку для решения каждой ПЗ;
- 7) сформулировать возможные результаты каждой серии экспериментов (при недостатке экспериментальных данных использовать результаты экспериментов, проведенных учеными, изучавшими данное явление);
- 8) сформулировать обобщенные знания о МО-1, МО-2, условиях взаимодействия [2].

Во время работы над задачами данного спринта студенты активно взаимодействуют: обсуждают проблемы, обмениваются информацией, совместно находят решения и помогают друг другу. В любой момент команда может обратиться к преподавателю за помощью. В итоге каждая команда представляет результаты своей работы, происходит их обсуждение, подведение итогов и рефлексии своей деятельности.

Таким образом, применение EduScrum-технологии позволяет осуществлять взаимодействие студентов в команде, управлять процессом выполнения заданий, оценивать полученные командой результаты и осваивать содержание работы по организации познавательной деятельности школьников в последующем педагогическом труде.

Список использованной литературы

1. Кошкаров А. В. Использование скрам-методологии на учебных занятиях // Проектная деятельность: новый взгляд на образование : сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. — Астрахань : Астраханский университет, 2018. — С. 131–134.
2. Крутова И. А., Кириллова Т. В., Стефанова Г. П. Обучение школьников методам исследования физических явлений с применением эксперимента : моногр. — Астрахань : Астраханский университет, 2017. — 124 с.

Сведения об авторе

Кириллова Татьяна Вячеславовна — преподаватель ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» (Астрахань).

УДК 371.384:372.853

Е. М. Кисина, С. В. Лозовенко

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ WEB-КВЕСТОВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

В статье рассмотрены особенности и сущность веб-квестов, а также возможность их применения на уроках физики в основной школе. В статье приводится пример созданного веб-квеста по физике для учащихся 7 класса.

веб-квест; познавательная самостоятельность

The article contains information about web quests, as well as about the possibility of their usage at physics lessons. The article provides an example of a physics web quest created for students of the seventh grade.

web-quest; cognitive independence; physics

Существуют различные способы развития познавательной самостоятельности учащихся: проблемное обучение, проектная деятельность, модель «перевернутого» класса. Одним из способов развития познавательной самостоятельности также являются веб-квесты. Последнее время квесты стали очень популярны как среди взрослых, так и среди детей. Это говорит и о возможности успешного использования квестов в образовании. Кроме того, веб-квесты могут включать все другие способы развития познавательной самостоятельности (проектная и исследовательская деятельность, проблемное обучение и т. д.). Разработали данную образовательную технологию Б. Додж, профессор образовательных технологий, и Т. Марч из Государственного университета Сан-Диего, США [10].

В переводе с английского языка “web” означает «сеть, паутина», а “quest” — «поиск». Веб-квест (web-quest) — проблемное задание, содержащее элементы ролевой игры. Выполняется он с использованием интернет-ресурсов.

Существуют различные подходы к созданию веб-квестов. Это может быть просто список сайтов и ссылок на них, необходимых для работы в рамках веб-квеста, но в большинстве случаев для выполнения учебных задач при использовании данной технологии используется сайт в интернете, созданный учителем. На данный момент существует множество интернет-сервисов, позволяющих создавать собственные сайты людям любых профессий. Также для создания веб-квестов существуют специальные сайты, но большинство из них англоязычные.

Веб-квесты позволяют внедрять интернет в процесс обучения различным учебным предметам. Использование данной технологии возможно на разных уровнях обучения. Квесты могут быть использованы для изучения отдельной проблемы, учебного предмета, темы, а могут быть и межпредметными. Важная особенность образовательных веб-квестов заключается в том, что частично или полностью учащиеся ищут информацию самостоятельно на различных сайтах в рамках групповой или индивидуальной работы. Результатом работы с веб-квестом является представление работ учащихся в виде сообщений, презентаций, веб-страниц и веб-сайтов.

Веб-квесты являются многофункциональными и могут быть:

- краткосрочные и долгосрочные,
- монопроекты и метапредметные веб-квесты.

Веб-квесты имеют определенную структуру [3]. Вступление включает в себя название веб-квеста, проблему веб-квеста, описание проблемной ситуации, которой посвящен веб-квест. Во вступлении указываются роли с кратким описанием их деятельности. Название и сценарий должны быть интригующими и захватывающими, вызывать интерес и желание учащихся принимать в квесте участие. В задании указывается четко сформулированные и подробные задачи, а также итоговый результат самостоятельной и/или групповой работы учащихся. На этапе выполнения учащиеся получают доступ непосредственно к заданиям, списку информационных ресурсов, необходимых для выполнения задания. Школьники осуществляют процесс поиска необходимой информации в интернете, используя при этом рекомендации, разработанные учителем. Работая над веб-квестом, учащиеся приобретают умения работы с компьютерными программами и интернетом. Более того, в процессе выполнения квеста происходит диалог между учащимися, а также между учащимися и учителем, в том числе и компьютерный диалог. Заключение должно быть связано со вступлением, чтобы прослеживалась единая сценарная линия. Оно включает в себя рефлексию и результаты работы. На странице методических рекомендаций учитель может представить информацию, необходимую для коллег: советы по возможностям, срокам, вариантам использования, критерии оценки. Также важно, чтобы и сами учащиеся понимали, что им надо делать и как их работа будет оцениваться.

Технология веб-квестов позволяет развивать познавательную самостоятельность и вызывать интерес учащихся к предмету, поэтому ее применение возможно с 7-го класса. Учащиеся 7-х классов только знакомятся с новой для них наукой — физикой. Очень важно на этом этапе привить интерес и развить мотивацию к изучению физики. Кроме того, веб-квест позволит учащимся самостоятельно ставить перед собой цели, работать в подходящем темпе, раскрывать возможности рефлексии.

Рассмотрим пример, а именно созданный нами и ориентированный на учащихся 7-х классов веб-квест по теме «Давление твердых тел, жидкостей и газов» из курса физики 7-го класса. Задания квеста были созданы с учетом изучаемого материала и тематического планирования. Задания первого сайта направлены на отработку и закрепление материала, изученного на уроках. Квест включает в себя задания различного характера: решение задач на соответствие, выбор правильного ответа, политехнического содержания. Второй же сайт предполагает исследовательскую деятельность учащихся.

Главная страница первого сайта (рис. 1) погружает учащихся в сценарий квеста: они становятся тайными агентами, которым необходимо получить доступ к секретному сайту (сайт 2).

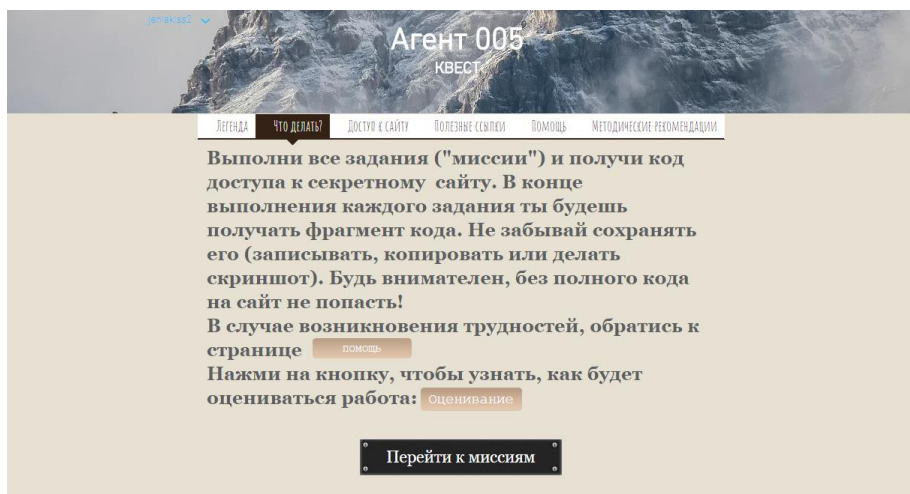


Рис. 1. Главная страница первого сайта

По мере выполнения заданий учащиеся «собирают» код, который поможет попасть на второй сайт. Познакомившись с легендой, учащиеся читают задание. Первый этап предполагает индивидуальную работу. По мере прохождения тем учащиеся выполняют задания на сайте в рамках домашнего задания. Выполнение заданий квеста не исключает урочной деятельности, а также домашних заданий, предусмотренных планированием. Важно отметить, что созданные сайты имеют мобильные версии, что позволяет выполнять задания и просматривать сайты с различных устройств. Задания квеста соответствуют изучаемым темам, поэтому способствуют повторению и закреплению изученного материала. При правильном выполнении задания учащиеся получают фрагмент кода.

Пройдя все задания и, соответственно, собрав весь код, учащиеся получают возможность пройти на второй сайт (рис. 2).



Рис. 2. Страница второго сайта

На этом этапе учащиеся работают в группах, которые может определить как учитель, учитывая особенности класса, так и сами учащиеся. Школьники выполняют исследовательскую работу. Им предлагается побывать в различных ролях (историк, физик-практик, новатор), изучить необходимую информацию и как итог представить на защиту результат своей деятельности в виде выступления и презентации. Защита выступлений проходит в конце изучения темы. Оценка результатов работы происходит на этапе защиты.

На втором сайте существуют следующие роли участников квеста:

- историк — изучает биографии ученых;
- физик-практик — изучает проявление законов изучаемой темы в живой природе и технике;
- новатор — создает кроссворды, задания, игры и программы по изученной теме.

Каждое задание выбранной роли имеет подсказки по работе, изучение которых способствует нахождению ответов на поставленные вопросы.

Начав работу с сайтом, учащиеся погружаются в атмосферу квеста, и им предлагается ознакомиться с легендой, в рамках которой они будут выполнять задания.

На втором этапе школьники выполняют созданные нами задания, которые соответствуют темам и способствуют повторению и закреплению изученного материала, а также углубляют знания и отработку навыков и умений, полученных на уроке. За каждое правильно сделанное задание учащийся получает фрагмент кода. Используя данный код, школьники смогут попасть на второй сайт, содержащий задания исследовательского характера. На третьем этапе учащиеся в группах выполняют небольшую исследовательскую работу. Учащиеся изучают материал из различных источников, анализируют его и представляют на защиту результат своей деятельности. Указания по подготовке к защите учащиеся могут изучить на странице сайта «Подведение итогов». Результат может быть представлен в разных форматах, например как презентация с выступлением. Общение учащихся может происходить на форуме сайта.

В конце изучения темы выделяется урок для защиты работ. Учащиеся представляют результат своей деятельности, а также знакомятся с работами других. Происходит обсуждение работ, учитель и учащиеся могут высказывать свое мнение, в том числе и относительно работы своей группы, и задавать вопросы. В итоге обсуждаются результаты, учитель подводит итог, дает оценку работам.

Также каждый сайт содержит страницу «Помощь», где учащийся может обратиться к учителю за помощью, страницу «Методические рекомендации», на странице которого указана информация о квесте, а также страницу «Полезные ссылки», где можно найти файлы со справочной информацией, посмотреть видео по различным темам, а также скачать файл с системой оценивания работы учащихся.

Технология веб-квестов является, безусловно, занимательной для учащихся. Трудно представить жизнь современного школьника без компьютерных технологий. Эти технологии выполняют и многие образовательные функции. Работая над веб-квестом, учащиеся используют информационные технологии для достижения учебных результатов: поиск информации, представление результатов в виде компьютерных презентаций, сайтов. Развивается самоорганизация и ответственность, умение планировать свое время. Выполняя квест, учащиеся работают не только индивидуально, но и в команде. Командная работа также помогает планированию, распределению обязанностей, учит взаимопомощи, само- и взаимоконтролю. Создавая собственный «продукт» интеллектуальной деятельности, учащиеся ищут свои способы достижения результатов, а защищая работу, приобретают навык публичных выступлений. Проходя все этапы квеста, они проходят путь от репродуктивного уровня познавательной самостоятельности до исследовательского.

Список использованной литературы и электронных ресурсов

1. Бесплатный онлайн-сервис для создания интерактивных упражнений. — URL : <https://learningapps.org/> (дата обращения: 02.02.20)1.
2. Выготский Л. С. Педагогическая психология. — М. : Педагогика, 1991. — С. 81–93.
3. Дударева Е. М. Использование технологии веб-квест как интерактивной образовательной среды для активизации учебной деятельности учащихся и развития сетевого взаимодействия. — URL : http://vio.uchim.info/Vio_124/cd_site/articles/art_3_6.htm/ (дата обращения: 15.01.2020).
4. Перышкин А. В. Физика. 7 кл. : учеб. — М. : Дрофа, 2013. — 217 с.
5. Платформа для создания сайтов и их мобильных версий. — URL : <https://ru.wix.com/> (дата обращения: 15.01.2020).

6. Пустовойтов В. Н. Развитие познавательной самостоятельности учащихся старших классов (на материале математики и информатики) : дис. ... канд. пед. наук. — Брянск, 2002. — 186 с.
7. Филонович Н. В. Физика. 7 класс : метод. пособие к учеб. Перышкина А. В. — М. : Дрофа, 2018. — 183 с.
8. Шаматонова Г. Л. Веб-квест как интерактивная методика обучения будущих специалистов по социальной работе // SOCIO пространство : междисциплинар. сб. науч. раб. по социологии и социальной работе. — 2010. — № 1. — С. 234–236.
9. Dodge B. Web-Quest Taxonomy: A Taxonomy of Tasks. — 2002. — URL : <http://webquest.org/sdsu/taskonomy.html> (дата обращения: 15.01.2020).
10. March T. WebQuests for Learning. — 1998. — URL : <http://tommarch.com/strategies/webquests/> (дата обращения: 15.01.2020).

Сведения об авторе

Лозовенко Сергей Владимирович — кандидат педагогических наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (Москва).

Кисина Евгения Михайловна — магистрантка ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», учитель ГБОУ г. Москвы «Школа № 544» (Москва).

УДК 371.263:[62::374]

*RNDr. И. И. Тронов; Assoc. prof. Marián Kireš, Ph D.
Pavol Jozef Šafárik University in Košice*

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕКЛАССНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РАМКАХ НЕФОРМАЛЬНОГО STEM ОБРАЗОВАНИЯ

Яркими примерами мероприятий, относящихся к неформальному образованию, являются детские научные кружки, научные выставки, детские летние STEM-лагеря, научные музеи, а также большое множество популяризирующих науку мероприятий. В Словакии действует народный проект IT Akadémia (IT Академия), который осуществляет неформальные мероприятия, а также анализирует вовлеченность участников в конкретные мероприятия. Часто авторы при описании мероприятий указывают в рекламных брошюрах, а также на веб-страницах, что их посещение может повлиять или развить интерес к STEM-дисциплинам у участников, а также иметь влияние на развитие определенных умений. В данной статье будет проведен обзор существующих методик и инструментов для анализа и оценки неформальных мероприятий в области STEM-образования.

неформальное образование; STEM; инструменты для оценивания

Bright examples of activities related to non-formal education are: scientific clubs, exhibitions in the science museums, science summer camps, as well as a large number of events that popularize science. Slovak national project IT Academy carries out Non-Formal activities, as well as analyzes the involvement on participants. Commonly, the designers of Non-Formal activities indicate on the Web pages that attendance in the activities can develop interest of the participants in STEM disciplines, as well as influence the development of certain skills. Our article is devoted to the review existing frameworks and assessment tools for the analysis and assessment of the Non-Formal activities within STEM education.

non-formal education; STEM; assessment tools

Неформальное STEM-образование является эффективной формой образования, чья эффективность исследуется и отмечается в отчетах такими исследовательскими организациями,

как CAISE, European SCIENTIX в взаимодействии с European Schoolnet, UMass Donahue Institute of Massachusetts Research and Evaluation Group, NSF и ITEST. Этот тип образования обычно происходит вне формальной системы образования с основной целью развития навыков и способностей людей, необходимых для их повседневного существования; он считается более гибким и ориентированным на учащихся. Согласно общепринятому определению, неформальное образование — обучение, которое происходит в формальной учебной среде (семинары, симпозиумы, внеклассные курсы и семинары и т. д.), но формально не признается в рамках учебного плана или учебной программы [6].

В настоящее время в Словакии действует национальный образовательный проект под названием *IT Academia* (www.itakademia.sk), целью которого является повышение интереса к STEM-дисциплинам и мотивация к изучению IT-специальностей через имплементацию неформальных мероприятий, а также сбор информации относительно участников. Проект существует с 1 сентября 2016 года и будет функционировать до 31 октября 2020 года. В настоящий момент собрана информация более чем о 14000 участниках неформальных мероприятий. По этим данным за прошедшие годы в неформальных STEM-мероприятиях приняли участие 6461 учащихся начальных и средних классов, 4968 учащихся гимназии, 2426 учащихся колледжей, 61 учащийся средней спортивной школы, 169 учащихся католических, а также коррекционных школ и 70 студентов высших учебных заведений. На рисунке указан список образовательных мероприятий, с учетом числа участников в каждом конкретном мероприятии за период с 1 сентября 2016 года по настоящий момент и в процентном соотношении от общего числа участников.

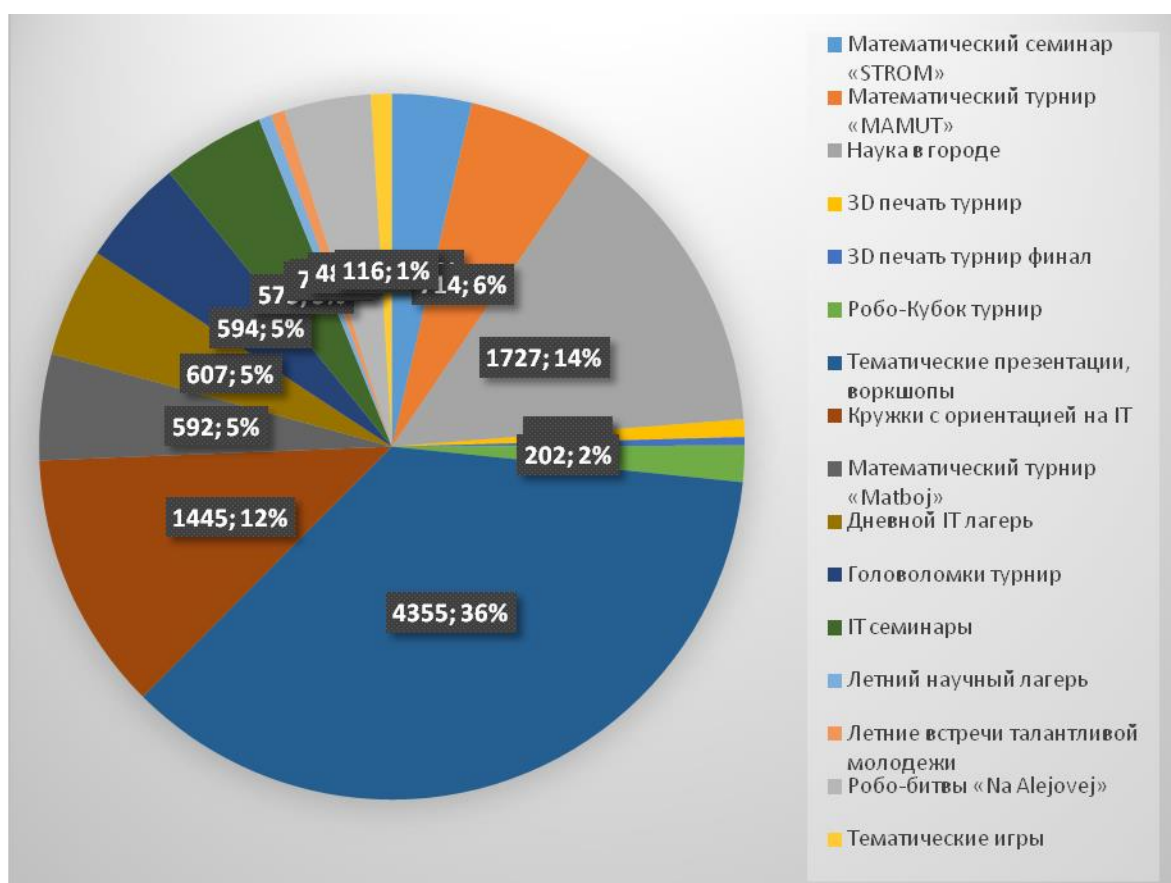


Рис. Участники мероприятий проекта *IT Academia*

На данный момент существует несколько методик и соответствующих инструментов для оценки и анализа эффективности неформальных STEM-мероприятий. Одной из методик, которая была использована для анализа эффективности работы одного из первых научных

музеев в США, является методика воздействия на 5 основных категорий. Автором методики является одна из основательниц научного музея *Exploratorium* в США *Sue Allen*. Суть методики выглядит следующим образом: оценивание эффективности неформальных образовательных STEM-мероприятий происходит по пяти категориям воздействия [7, p. 42]. Рассмотрим данную модель более подробно в таблице.

Таблица

Концепция воздействия неформального образования на пять категорий [3]

| <i>Категория воздействия</i> | <i>Описание</i> |
|------------------------------|--|
| Знания | Доказательства воздействия на данную категорию включают изменения в знаниях участников (непосредственно оцененных преподавателями либо на основе самостоятельной оценки собственных результатов участниками) |
| Интерес | Воздействия в этой категории отражают вовлеченность участников в тему, область или аспект STEM. Это может быть подтверждено свидетельством того, что результат проекта вызвал краткосрочный интерес или усилил предыдущий долгосрочный интерес к теме или области STEM |
| Отношение | Воздействия в этой категории охватывают изменения в долгосрочной перспективе в отношении темы, связанной со STEM, видов деятельности, теорий или профессий. Индикаторы воздействия «отношение» могут быть менее надежными, чем индикаторы знания или участия, поскольку они, как правило, полагаются на самоотчет участников, которые не всегда могут быть полностью осведомлены или не совсем честны в отношении своих взглядов |
| Поведение | Свидетельство изменения поведения может включать в себя самооценку намерений участников изменить свое поведение и долгосрочные наблюдения за ними (или другими), чтобы определить, произошло ли такое изменение поведения |
| Навыки | Эта категория воздействия нацелена на прикладные аспекты знания. Индикаторы включают свидетельства того, что участники научились делать что-то новое, связанное со STEM, чего они не могли делать ранее, или что они использовали навыки, которыми уже обладали, для усиления и расширения существующих навыков и умений, связанных с STEM |

Другая методика оценивания *NFE MIS* подходит к оценке эффективности неформального обучения как к оценке предоставления услуги [3]. *Ichiro Miyazawa* в своей методике рассматривает неформальное образование с точки зрения его влияния на учебный процесс, в частности на учебный план, разделяя влияние на конкретные предметы [5]. *APL*-концепция (*Primary Goal of Assessment of Prior Learning*) подходит к рассмотрению оценки неформальных учебных мероприятий с позиции не участника, а организатора либо учителя и в большей степени ориентируется на самостоятельную оценку авторами мероприятий своих результатов [2]. Помимо описанных выше, в странах Евросоюза активно используются национальные методики для мониторинга и оценки эффективности неформального образования, в том числе в области STEM [1]. Обратим внимание на некоторые из них.

Датская национальная методика для оценки неформального образования использует информационную систему *Нордпланнер (Nordplaner)* для мониторинга влияния неформального образования на так называемые внешние сферы личности участника, включающие в себя профессиональные и социальные компетенции; а также на внутреннее, отвечающие за компетенцию выбора и самовосприятие. Австрийская национальная концепция использует систему *SMART* для оценки влияния неформальных мероприятий на академическую успеваемость учащихся. Полное описание упомянутых методик, а также других национальных методик в совокупности с результатами анализа можно найти в отчете *Assessment and Documentation of Non-formal Learning 2017* [1].

В качестве инструментов оценки в рамках вышеописанных концепций используются следующие методы. Среди наиболее популярных инструментов выделим специализирован-

ные тесты. В интернете по ссылке <http://www.pearweb.org/atis/tools/search> можно найти большой архив проверенных тестов на английском языке, направленных на оценку специфических областей воздействия (знания, поведение, мотивация и т. д.) неформального STEM-образования. Другим популярным способом для сбора информации является опрос. В частности, для оценки неформального образования исследователи используют инструмент структурированного интервью. Структурированные интервью легко реплицируются, поскольку используется фиксированный набор закрытых вопросов, которые легко определить количественно. Это означает, что их нетрудно проверить на надежность. Метод «портфолио» является современным и эффективным инструментом, показавшим свою эффективность, наряду с вышеописанными инструментами. Портфолио — систематически структурированная коллекция доказательств достижений в обучении, основанная на самоанализе, полученном внутри или вне формальной среды обучения или работы [4, р. 42]. Используя инструмент «портфолио» для научной работы, мы исследуем участие учеников в предложенных неформальных мероприятиях в рамках народного проекта *IT Akadémia*. Основными критериями являются тип мероприятия, последовательность мероприятий, распределение времени, вовлеченность участников. На основании анализа будем классифицировать участников, относительно уровня вовлеченности. Каждую из групп протестируем с помощью структурированных интервью на предмет влияния на мотивацию учащихся к изучению STEM-дисциплин.

С использованием данных инструментов и концепций мы проводим исследование относительно того, как участие в определенных неформальных образовательных мероприятиях повлияло на мотивацию выпускника средней школы поступить в высшее учебное заведение на техническую специальность. Результаты исследования будут обработаны непосредственно с организаторами и использованы для модернизации и улучшения существующих мероприятий в рамках неформального STEM-образования, а также для создания новых.

Список использованной литературы и электронных ресурсов

1. Assessment and Documentation of Non-formal Learning — Paving the way to formal education (2015–2017) KA202-2015-004. Report. — URL : https://www.tpy.fi/site/assets/files/1372/assessment_and_documentation_of_non-formal_learning_a_tools_and_practices_paving_the_way.pdf (accessed: 20.01.2020).
2. Aušra Fokienė. Methodology for Assessment of Non-formal and Informal Learning Achievements in a Study Process. Leonardo da Vinci programme project “Transfer of Innovative for Assessment of Vet Teachers’ Prior Learning”. — 2016.
3. Connal Criana, Sauvageot Claude, Sachs-Israel Margarete // NFE-MIS Handbook: Developing A Sub-National Non-Formal Education Management Information System. — 2005.
4. Fokienė A., Sajienė L. Portfolio method in assessment of Non-formal and Informal learning achievements // The Quality of higher education. — Kaunas : Vytautas Magnus University, 2009. — N 6. — P. 42.
5. Ichiro Miyazawa. Non-formal Education (NFE) Non-formal Education (NFE): key components of a policy framework and system for the recognition of NFE International Meeting of Experts. — 2016.
6. Niculae M., Niculae C. M., Barna E. Physics Education Non-Formal Science Education Promoting Learning Through Experiment. Romanian Reports in Physics. — 2011. — Vol. 63, N 3.
7. Sue Allen, Patricia B. Campbell, Lynn D. Dierking, Barbara N. Flagg, Alan J. Friedman, C. Garibay, Randi Korn, G. Silverstein, David A. Ucko. Framework for Evaluating Impacts of Informal Science Education Projects : Report from a National Science Foundation Workshop. — 2008. — P. 42.

Сведения об авторах

Тронов Иван Игоревич — докторант Университета Павла Йозефа Шафарика в Кошице (Кошице, Словакия) (RNDr. Pavol Jozef Šafárik University in Košice).

Kireš Marián — Ph. D. Assoc. prof. Pavol Jozef Šafárik University in Košice.

Раздел 5

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИЗИКИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ КАДРОВ

УДК 531:[378.147::62::53]

М. М. Афанасова

КУРС ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИИ И ФИЗИКИ

Данная статья посвящена разработке методических основ преподавания теоретической механики в условиях недостаточной теоретической подготовки, практики решения задач и увеличения самостоятельной работы.

теоретическая механика; образование

This article is devoted to the development of methodological basis for teaching theoretical mechanics in conditions of insufficient theoretical training, practice of solving problems and increasing independent work.

theoretical mechanics; education

В настоящее время в основных образовательных программах подготовки наблюдается тенденция к сокращению часов дисциплины «Теоретическая механика» на основные виды учебной деятельности (лекции, практические занятия). В связи с этим требуется критическая оценка, пересмотр базового теоретического материала и новые подходы к подаче информационно-методической информации, накопленной в процессе развития учебных дисциплин, позволяющей студентам самостоятельно осваивать теорию учебных курсов и получать необходимые умения и навыки. Для решения этой проблемы актуальной становится задача создания электронного учебно-методического комплекса дисциплины. Этот комплекс должен содержать базовые конспекты лекций, методические указания к практическим занятиям, электронные учебники и методические указания по самостоятельной работе студентов (СРС). Согласно основной образовательной программе, СРС составляет 50 % от общего числа часов. Только качественное и продуктивное использование часов, выделенных на самостоятельную работу, может позволить студенту освоить дисциплину в требуемом объеме.

Теоретическая механика — одна из фундаментальных дисциплин. Чтобы студенту понять новое с целью оптимизации и усовершенствования техники и технологий, нужно опираться на прочный фундамент.

Преподавание теоретической механики в вузе имеет свои сложности, связанные с тем, что эта дисциплина сама по себе достаточно трудна для восприятия и понимания студентами начальных курсов. Кроме того, согласно учебным планам, она не относится к специальным дисциплинам, поэтому студенты часто недостаточно заинтересованы в ее изучении. В процессе преподавания теоретической механики надо уже с первых занятий уметь объяснить студентам, что без знания ее основных законов и принципов не может быть успешного специалиста, владеющего системным подходом к объяснению физических явлений и процессов, происходящих в окружающем человека пространстве.

Читая лекции по курсу теоретической механики, углубляясь в детали этой дисциплины, преподаватель должен каждый раз подчеркивать ее связь с другими предметами («Сопротивление материалов», «Детали машин»).

Уделяя достаточное внимание теоретическому курсу, нельзя забывать, что сущность механики — практическое приложение ее открытий. Именно поэтому для успешного освоения дисциплины, кроме знания теории, необходимы навыки в решении задач. Практика преподавания показывает, что при освоении курса теоретической механики навыки решения задач приобретаются студентами значительно труднее, чем усвоение теоретических знаний предмета. Это связано с неумением облекать конкретные физические задачи в абстрактную математическую форму.

Для решения указанных методических задач с целью улучшения эффективности освоения знаний в данной работе предлагается следующее.

Общий план дисциплины «Теоретическая механика» включает такие разделы, как статика, кинематика, динамика.

Изучение курса начинается с получения знаний о нагрузках, связях, условиях равновесия тела. Студенты учатся накладывать связи на объект, составлять условия равновесия, приобретают навыки построения расчетной схемы задачи, выполнения расчетов и анализа полученных результатов. Затем рассматривается кинематика материальной точки и твердого тела, определение скорости и ускорения точек методом классической механики. С помощью графоаналитического и аналитического методов изучается процесс последовательной передачи движения от звена к звену. Определяется, что является полюсом для соответствующей точки с учетом свойства движения каждого из звеньев (кривошип, шатун, ползун, твердое тело) и шаг за шагом вычисляются скорости и ускорения тел и отдельных точек механизма.

Преподавание дисциплины осуществляется классически, как лекционные и практические занятия.

Лекция должна быть целостной, хорошо структурированной, имеющей четкое начало, середину и финал. Она должна опираться на визуальные образы в виде слайдов, схем и тематических презентаций, помогающих студентам удерживать содержание лекции как целое. Во время лекции излагаются все основные формулы, термины, формулировки и важные замечания. В конце каждой лекции студентам предлагается список вопросов для самостоятельного контроля.

Основной задачей данного этапа является создание достаточной внешней мотивации студентов к успешной учебной работе (в особенности для самостоятельной работы). Необходимые условия создаются при организации практических занятий и самостоятельной работы под руководством и контролем преподавателя.

Практические занятия проводятся с использованием систем: работа в малых группах и комбинированный урок. Практическое аудиторное занятие, организованное по системе «работа в малых группах», предусматривает решение практических заданий по темам, ранее рассмотренным на лекциях. Преподаватель обозначает тему занятия и на примере одной задачи объясняет основные закономерности, правила, алгоритмы, особенности решения задач в рамках установленной темы.

Студенты разделяются на небольшие группы по 3–4 человека, причем состав групп меняется на каждом занятии. Каждой группе выдается задание, рассчитанное на решение в течение 20–25 мин наиболее способными обучающимися. Студенты группы, закончившей решение первой, перемещаются к студентам, которые не завершили работу, и заканчивают решение задач совместно. При необходимости краткое решение задачи пишется на доске.

В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. Таким образом, работа в малых группах дает возможность участия всем обучающимся, в том числе и застенчивым, но успевающим студентам. Отметим, что при этой форме занятия преподаватель предоставляет достаточно времени группе на выполнение задания, не настраивая студентов на «скоростное» решение. Для данной формы организации

занятий применяются задачи, имеющие конкретную форму, дающие возможность студентам приобрести необходимые для них навыки в применении общих теорем и методов к решению конкретных задач.

Практическое аудиторное занятие, организованное по системе комбинированный урок, начинается с краткого контроля знаний студентов по темам предыдущего и настоящего занятий (блиц-опрос или формульный диктант). Блиц-опрос — серия коротких вопросов, касающихся заявленных тем дисциплины, на которые студент отвечает без раздумывания. Блиц-опрос проводится в устной форме в течение 7–10 мин. Формульный диктант проводится в письменной форме. Студентам в течение 7–10 мин предлагается написать основные формулы, название которых перечисляет преподаватель. После краткого контроля знаний преподаватель на примере одной-двух задач объясняет основные закономерности, правила, алгоритмы, особенности решения задач в рамках установленной темы. Студенты, ответившие на большее количество вопросов, отмечаются особым образом.

Пример блиц-опроса для аудиторного занятия по системе «комбинированный урок» по теме «Плоскопараллельное движение твердого тела. Скорости точек плоской фигуры»:

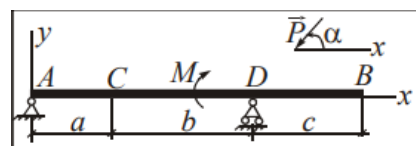
1. Сформулируйте определение плоскопараллельного движения.
2. Что такое полюс?
3. Что включают уравнения плоскопараллельного движения?
4. Из каких двух движений складывается плоскопараллельное движение?
5. Приведите пример плоскопараллельного движения.
6. Из каких составляющих складывается скорость любой точки плоской фигуры?
7. Сформулируйте теорему о проекциях скоростей двух точек фигуры.
8. Что такое мгновенный центр скоростей?
9. Как найти мгновенный центр скоростей?

10. Как определить скорость точки плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей?

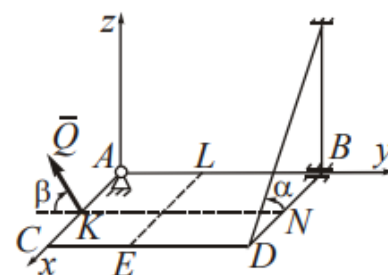
Для организации самостоятельной внеаудиторной работы рекомендуются учебники и пособия, охватывающие рассматриваемые разделы теоретической механики, включая теоретический материал. Студентам выдается индивидуальное задание для самостоятельной работы и обозначается тема следующего практического занятия. Важным элементом такой методики является прием (зачет) решенных студентами задач. Преподаватель должен коротко побеседовать с каждым студентом, проверяя его понимание сути задачи и метода ее решения. Такой подход вырабатывает у студентов навык устного выражения своих мыслей. Опыт преподавания показывает, что самостоятельный поиск решений, в том числе открытие оригинальных путей, отыскание рациональных способов решения, является основополагающим в развитии творческого мышления, что, в свою очередь, способствует развитию творческой активности студента — формированию нового свойства личности.

Ниже рассмотрим основные темы практических занятий и базовые задачи.

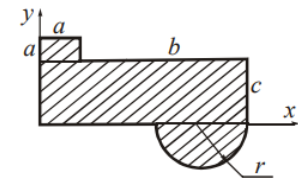
1. *Равновесие твердого тела под действием плоской системы сил.* Определить реакции опора балки, нагруженной силой P , равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q и парой сил с моментом, равным M .



2. *Равновесие тела под действием пространственной системы сил.* Однородная плита весом P удерживается в равновесии при помощи шарового шарнира или цилиндрического подшипника в точке A и цилиндрического подшипника в точке B . Кроме того, плита удерживается от опрокидывания либо стержневой опорой, либо тросом. На плиту действует сила Q , расположенная в плоскости параллельной координатной плоскости yz . Определить реакции шарниров A и B , а также или натяжения тросов, или усилия в стержнях.

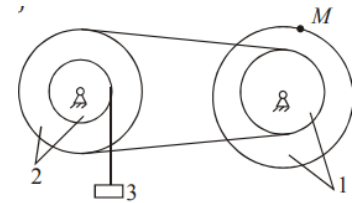


3. *Центр тяжести твердого тела.* Найти координаты центра тяжести тела, составленного из однородных стержней одинакового материала плоской фигуры или объема.

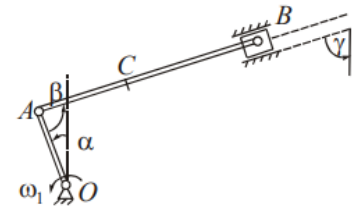


4. *Кинематика точки.* Движение точки М в плоскости ху задано уравнениями: $x = x(t)$, $y = y(t)$, где x и y — в сантиметрах, t — в секундах. Найти уравнение траектории, а для момента времени $t_1 = 1$ с определить скорость, ускорение точки, касательное и нормальное ускорение и радиус кривизны траектории. Построить траекторию точки, а также показать вектор скорости и ускорения для $t = 1$ с.

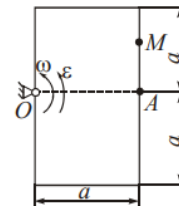
5. *Вращательное движение твердого тела.* Механизм состоит из ступенчатых колес 1, 2, находящихся в зацеплении, или шкивов, связанных ременной передачей. К грузу 3 прикреплена нить, которая наматывается на одно из колес. Закон движения груза, или закон изменения скорости груза, или закон вращательного движения колес или шкивов, или закон изменения их угловых скоростей. Найти характеристики движения.



6. *Плоское движение твердого тела.* Плоский механизм состоит из трех тел, соединенных друг с другом шарнирами. Положение механизма определяется углами α , β , γ . Определить скорости точек В, С и ускорение точки В, а также угловую скорость и угловое ускорение звена АВ.

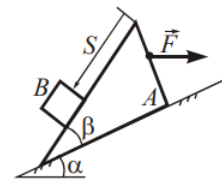


7. *Сложное движение точки.* Прямоугольная или круглая пластина вращается вокруг неподвижной оси с угловой скоростью ω и угловым ускорением ε . Ось вращения перпендикулярна плоскости пластин и проходит через точку О. По пластине или по ободу круглой пластины движется точка М. Закон ее относительного движения $s = AM = f(t)$. Для момента времени $t = 1$ с найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки М.

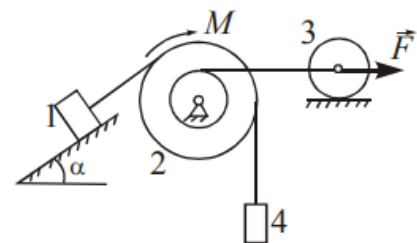


8. *Дифференциальные уравнения движения материальной точки.* Тело М массой m движется вдоль оси ОХ. На тело, кроме силы тяжести и силы трения, действует сила F . Найти уравнение движения тела М, принимая его за материальную точку, при заданных начальных условиях.

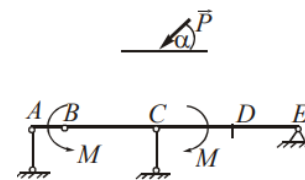
9. *Теорема о движении центра масс механической системы.* Тело А весом P находится на гладкой наклонной поверхности, составляющей угол α с горизонтом. По поверхности тела А движется тело В весом Q , закон относительного движения которого $s(t)$. В начальный момент тело А находилось в покое. Определить закон движения тела А, если к нему приложена сила $F(r)$.



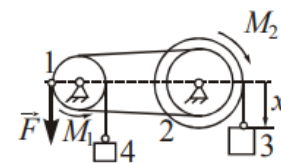
10. *Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.* Механическая система состоит из тел 1 и 4 весом P_1 и P_4 , блока 2 весом P_2 с радиусами $2r$ и R_2 и радиусом инерции ρ_2 относительно оси, проходящей через его центр масс, а также однородного цилиндрического катка 3 весом P_3 . Коэффициент трения тел о плоскость равен f , качение катка по плоскости происходит без скольжения. Тела системы соединены друг с другом нитями, участки нитей параллельны соответствующим плоскостям. При движении системы на тело 2 действует постоянный момент сопротивления M , а на тела 1 или 3 сила $F(r)$. Считая нити нерастяжимыми и невесомыми и пренебрегая другими сопротивлениями, определить скорость и ускорение тела 1 после его перемещения на расстояние S . В начальный момент система находилась в покое.



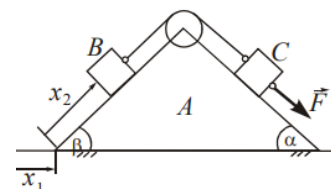
11. *Принцип возможных перемещений.* Рассчитать реакции составной балки, нагруженной сосредоточенной силой $P(r)$, равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q и парой сил с моментом M .



12. *Уравнение Лагранжа II рода для механической системы с одной степенью свободы.* Механическая система, состоящая из четырех однородных тел, находится под действием силы F и двух пар сил, моменты которых равны M_1 и M_2 . Определить кинематические величины, а также установить направление движения системы.



13. *Уравнения Лагранжа II рода для механической системы с двумя степенями свободы.* Грузы B и C массами m_B и m_C скользят по граням призмы A с массой m_A . Определить ускорение призмы A и ускорения грузов относительно призмы, если к одному из тел (A, B, C) приложена постоянная сила $F(r)$. Трением между призмой A и телами B и C пренебречь, нити считать невесомыми и нерастяжимыми.



Таким образом, рассмотрены этапы формирования системы знаний по теоретической механике у студентов педагогических направлений подготовки в условиях ограниченного аудиторного времени, с использованием возможностей современных инфокоммуникационных технологий и учетом способов мотивации обучаемых к изучению теоретической механики. Эффективность методики подтверждена результатами текущего и промежуточного контроля знаний студентов.

Сведения об авторе

Афанасова Марина Михайловна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 378.147:53:378.437

М. Ю. Королев

ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ХИМИЯ» В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Данная статья посвящена актуальной проблеме преподавания дисциплины «Физика» при подготовке бакалавров по направлению «Химия». Отмечается роль физики для овладения методами исследования объектов природы, развития научного мировоззрения и теоретического мышления студентов, формирования единой естественно-научной картины мира. Рассматривается постепенное сокращение аудиторных часов на дисциплину «Физика» в учебных планах по направлению «Химия» в Московском педагогическом государственном университете и негативные последствия этого процесса.

физика; подготовка по направлению «Химия»; бакалавры; учебные планы; образовательные стандарты; научное мировоззрение

This article is devoted to the actual problem of teaching the discipline “Physics” in the preparation of bachelors in the field of “Chemistry”. The role of physics for mastering the methods of studying objects of nature, the development of scientific worldview and theoretical thinking of students, and the formation

of a unified natural science picture of the world is noted. The article considers the gradual reduction of classroom hours for the discipline “Physics” in the curriculum in the direction of “Chemistry” at the Moscow state pedagogical University and the negative consequences of this process.

physics; training in the field of “Chemistry”; bachelors; curricula; educational standards; scientific outlook

Характерной чертой ведущих педагогических университетов России, помимо педагогической деятельности и подготовки учителей, всегда являлась научная деятельность преподавателей и сотрудников. Наиболее активно при этом развивались различные научные школы по естественным наукам.

В Московском педагогическом государственном университете (ранее — Московский государственный педагогический институт имени В. И. Ленина) на протяжении десятилетий развивались научные направления по физике, химии, биологии, географии, математике. В университете работали ведущие ученые России, которые одновременно занимались и преподавательской деятельностью.

Параллельно с научными исследованиями в Московском педагогическом государственном университете (МПГУ) осуществлялась подготовка студентов по непедагогическим естественно-научным специальностям и направлениям подготовки. Многие выпускники по данным специальностям оставались работать в МПГУ, занимаясь как научной, так и преподавательской деятельностью. Некоторые устраивались на работу в ведущие научные институты и центры России.

В течение многих лет выпускники МПГУ, окончившие обучение по естественно-научным специальностям, отличались высокой теоретической подготовкой в соответствующих областях, умениями работать с научной аппаратурой, а также были мотивированы на дальнейшее совершенствование своих знаний. Ряд студентов поступали в аспирантуру, защищали кандидатские, а затем и докторские диссертации по научным специальностям.

При подготовке студентов по всем естественно-научным и математическим специальностям и направлениям ведущую роль всегда играет дисциплина «Физика». Физика является основой фундаментализации естественно-научного образования в высшей школе. Она создает основу для изучения разнообразных явлений и закономерностей, которые составляют предмет других естественных наук, позволяет овладеть едиными методами исследования объектов природы, развивает научное мировоззрение и теоретическое мышление студентов, способствует формированию единой естественно-научной картины мира. Без изучения физики невозможна подготовка грамотного ученого-естественника и ученого-математика.

Рассмотрим на примере Московского педагогического государственного университета, как на протяжении последних десятилетий осуществлялась подготовка студентов по непедагогической специальности «Химия» с точки зрения преподавания дисциплины «Физика».

В первое десятилетие XXI века на химическом факультете МПГУ проводилось обучение студентов по специальности «Химия» с дополнительными специализациями «Химическая экспертиза пищевых продуктов» и «Криминалистическая химия». Дисциплина «Физика» изучалась этими студентами в течение трех семестров (3–5 семестры) на втором и третьем курсах. Общая трудоемкость дисциплины «Физика» составляла 580 ч, из них 342 ч — аудиторные занятия. Обучение проводилось по трем видам работ: лекции (110 ауд. ч.), практические занятия (132 ауд. ч.) и лабораторные работы (100 ауд. ч.).

Преподавателями кафедры физики для естественных факультетов были разработаны комплекты пособий по физике для студентов химического факультета для проведения лекций и лабораторных работ. Также большое внимание уделялось самостоятельной работе студентов. Были разработаны специальные учебно-методические материалы для самостоятельных работ, включающие как теоретические вопросы, так и задачи, которые студенты должны были подготовить и решить дома, а затем обсуждать коллективно с преподавателем на практических занятиях. Примерами тем, задаваемых студентам для самостоятельного изучения,

являлись «Поляризация вещества в электрическом поле», «Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях», «Поглощение света», «Рентгеновское излучение», «Молекулярные спектры» и т. п.

На занятиях по физике со студентами-химиками разбирались специальные вопросы, связанные с полярными и неполярными молекулами, неупругими соударениями молекул, фотохимическими реакциями, квантовыми колебаниями атомов и молекул, применением физических методов исследования в химии и т. д. Изучались такие методы, как рентгеновская спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, методы ЭПР и ЯМР и др.

Помимо собственно дисциплины «Физика», в учебный план подготовки студентов-химиков входили также дисциплины «Физическая картина мира» (трудоемкость — 60 ч, 36 ауд. ч.) и «Спектроскопия» (трудоемкость — 150 часов, 86 ауд. ч.). Эти дисциплины поддерживали основной курс физики и способствовали более качественной подготовке студентов.

В 2009–2011 годах были разработаны новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), в основу которых (как и всех последующих стандартов) был заложен компетентностный подход. Из стандартов исчезает содержание по соответствующим дисциплинам, в том числе физике. В результате ситуация с фундаментальной подготовкой студентов по физике постепенно начинает меняться в худшую сторону.

В учебных планах подготовки студентов по специальности 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия» (2011–2013 годы приема) и по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (2014 год приема) дисциплина «Физика», на которую отводится 16 зачетных единиц, пока еще продолжает изучаться в течение соответственно трех и двух семестров. Однако число аудиторных часов начинает сокращаться: 270 ауд. ч. и 288 ауд. ч. соответственно.

В 2014 году руководство МПГУ принимает решение о закрытии химического факультета и создании Института биологии и химии на базе существовавшего ранее биолого-химического факультета. На первый план выходит подготовка по биологии, а химия отодвигается на второй план.

После разработки (2013–2014 годы) и внедрения федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО или ФГОС 3+), а также утверждения в 2018 году их новых вариантов (ФГОС 3+), ситуация с преподаванием дисциплины «Физика» продолжает ухудшаться. В учебных планах МПГУ 2015–2019 годов приема по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» на дисциплину «Физика» выделяется:

- 2015 год — 9 з. е., 126 ауд. ч. в течение двух семестров 2-го курса;
- 2016 год — 8 з. е., 108 ауд. ч. в течение 3-го семестра 2-го курса;
- 2017 год — 6 з. е., 84 ауд. ч. в течение 3-го семестра 2-го курса;
- 2018 год — 6 з. е., 100 ауд. ч. в течение двух семестров 1-го курса;
- 2019 год — 6 з. е., 96 ауд. ч. в течение двух семестров 1-го курса.

В результате рассмотренных процессов:

– существенно ухудшилась фундаментальная естественно-научная подготовка студентов-химиков по физике;

– резко сократилось время на изучение прикладных вопросов физики, важных для последующей подготовки по химии.

Кроме того, в 2019 году принято решение о закрытии подготовки студентов по направлению «Химия», поэтому в 2020 году набора студентов не будет. Видимо, специалисты-химики больше университету не нужны.

Список использованной литературы

1. Заварыкина Л. Н., Королев М. Ю., Королева Л. В., Лаврова И. В. Физика как фундамент естественно-научного образования в педуниверситетах // Физическое образование в вузах. — 1997. — Т. 3, № 4. — С. 132–136.

2. Королев М. Ю., Королева Л. В. Дисциплина «Физика» в системе подготовки бакалавров математических и естественно-научных профилей по направлению «Педагогическое образование» // Физическое образование в вузах. — 2013. — Т. 19, № 2. — С. 143–147.

3. Королев М. Ю. Естественно-научные дисциплины как основа формирования научного мировоззрения и развития теоретического мышления студентов // Опыт преподавания естествознания в России и за рубежом. — М. : Инфра-М, 2015. — С. 43–57.

4. Королев М. Ю. Проблемы преподавания дисциплин «Физика» и «Естественно-научная картина мира» при подготовке бакалавров по направлению «Педагогическое образование» // Актуальные проблемы физики и технологии в образовании, науке и производстве : материалы Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. В. А. Степанова. — Рязань : Ряз. гос. ун-т имени С. А. Есенина, 2019. — С. 86–89. — URL : <https://www.rsu.edu.ru/wp-content/uploads/2019/09/59664.pdf> (дата обращения: 29.01.2020).

5. Королев М. Ю., Королева Л. В. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования и естественно-научное образование студентов педагогических вузов // Физическое образование в вузах. — 2015. — Т. 21, № 4. — С. 92–104.

6. Петрова Е. Б. Профессионально направленная методическая система подготовки по физике будущих учителей естественно-научных дисциплин : моногр. — М. : Карпов Е. В., 2009. — 145 с.

Сведения об авторе

Королев Максим Юрьевич — доктор педагогических наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (Москва).

УДК 378.14

Е. В. Овчинникова

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ОБЛАСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

Данная статья посвящена анализу принципов бережливого производства применительно к области профессиональной подготовки кадров.

бережливое производство; бережливое обучение; принципы бережливого обучения

This article is devoted to the analysis of the principles of lean manufacturing in relation to the field of professional training.

lean production; lean learning; lean learning principles

Идеи концепции “lean production” (бережливое производство) в настоящее время приобретают все большую популярность в силу следующих причин:

- осваиваются и внедряются наиболее эффективные и результативные управленческие и производственные подходы;
- внедрение принципов бережливого производства позволяет снизить производительные и непроизводительные потери;
- известно достаточно большое количество позитивных примеров успешного внедрения и применения принципов и подходов концепции бережливого производства;
- повышается конкурентоспособность и адаптивность организации в рыночных условиях;
- проводится комплексная модернизация бизнес-процессов организации, направленная на повышение их результативности и эффективности.

Философия бережливого производства по своей сути является основой для нового этапа развития систем управления качеством. Ее целью является минимизация временных, трудовых и финансовых затрат при гарантированном высоком качестве результата. Такое понимание рассматриваемой концепции позволяет транслировать данный подход не только на производственную сферу, но и в другие области, включая профессиональное образование, что позволяет говорить о переходе к понятию бережливого обучения.

Философия бережливого обучения направлена на повышение производительности процесса обучения, и в ее основе лежат следующие организационные ценности, как указано в ГОСТ Р 56020 — 2014. Бережливое производство:

- безопасность;
- ценность для потребителя;
- клиентоориентированность;
- сокращение потерь;
- снижение временных потерь;
- уважение к человеку.

Организационные ценности определяют основы самоорганизации лиц, задействованных в образовательном процессе. Подходы к построению системы бережливого производства и организационной структуры ее управления определяются следующими принципами: стратегическая направленность; ориентация на создание ценности для потребителя; организация потока создания ценности для потребителя; постоянное улучшение; вытягивание; сокращение потерь; визуализация и прозрачность; приоритетное обеспечение безопасности; построение корпоративной культуры на основе уважения к человеку; встроенное качество; принятие решений, основанных на фактах; установление долговременных отношений с поставщиками; соблюдение стандартов.

Рассмотрим специфику трансляции каждого из вышеуказанных принципов применительно к области бережливого обучения:

- стратегическая направленность в области профессионального образования определяется сознательным стратегическим выбором руководства образовательной организации следованию принципам бережливого обучения;

- ориентация на создание ценности для потребителя — разработка, внедрение и реализация компетентностно ориентированных учебного плана и рабочих программ дисциплин по соответствующей направленности/профилю подготовки; понимание того, какие знания наиболее востребованы на рынке труда и оперативное внедрение их в учебный процесс;

- организация потока создания ценности для потребителя — организация непрерывного потока обучения;

- постоянное улучшение — внедрение и реализация принципа «кайзен» в учебный процесс;

- вытягивание — подготовка требуемого работодателю количества выпускников, выстраивание долгосрочных партнерских взаимоотношений между вузом и потенциальным работодателем;

- сокращение потерь — выявление всех видов потерь в процессе обучения и разработка системы мероприятий направленной на устранение или минимизацию выявленных потерь;

- визуализация и прозрачность — представление максимально полной информации об учебном процессе вуза, обеспечение оперативной информационной поддержкой всех лиц причастных к учебному процессу;

- приоритетное обеспечение безопасности — идентификация всех видов рисков (технические, экологические, социальные и др.) образовательной организации; разработка системы мероприятий по управлению рисками в процессе профессиональной подготовки обучающихся;

- построение корпоративной культуры на основе уважения к человеку — осознание важности вклада каждого участника образовательного процесса в общую систему профессиональной подготовки кадров, поощрение стремления участников образовательного процесса к постоянному развитию и улучшению своих показателей, создание условий, в кото-

рых наиболее полно раскрывается творческий потенциал и интеллектуальные способности всех лиц, задействованных в образовательном процессе;

– встроенное качество — создание системы идентификаторов показателей качества в деятельности образовательной организации, позволяющей максимально самостоятельно всем участникам образовательного процесса контролировать уровень качества своей деятельности, минимизация массовых дополнительных проверок и инспекций;

– принятие решений, основанных на фактах, принятие обоснованных управленческих решений, направленных на предупреждение и устранение проблем на основании конкретных ситуаций, возникающих в образовательной организации, построение системы ситуационного управления образовательным процессом;

– установление долговременных отношений с поставщиками — построение системы непрерывного профессионального образования «школа — колледж — вуз — послевузовское образование»;

– соблюдение стандартов — создание условий для высокой эффективности и результативности образовательного процесса за счет неукоснительного соблюдения соответствия процесса профессиональной подготовки учащихся образовательным стандартам, стандартам образовательной организации и другим нормативным документам, определяющим ход процесса обучения, устранение всех несоответствий.

Проведенный анализ принципов бережливого производства и трансформирование их для области образования позволил обозначить направления деятельности, позволяющие наиболее рационально организовать подготовку профессионально подготовленных компетентных кадров, востребованных на рынке труда за счет минимизации/устранения рисков и различных видов потерь.

Список использованной литературы

ГОСТ Р 56020 — 2014. Бережливое производство : основн. положения и слов. — М. : Стандартинформ, 2015. — 20 с.

Сведения об авторе

Овчинникова Елена Вадимовна — кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина» (Рязань).

УДК 378.147:53

Д. С. Яковлева

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ BLACKBOARD В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ДЛЯ МАТЕМАТИКОВ

Данная статья посвящена опыту применения сетевого образовательного модуля «Физика. Базовый курс бакалавриата» для студентов Института математики и информационных технологий Петрозаводского государственного университета. В статье подводятся итоги последних двух лет использования данного ресурса.

физика; образование; электронные образовательные ресурсы

This article is devoted to the experience of using the network educational module “Physics. Basic undergraduate course” for students of the Institute of Mathematics and Information Technology of Petrozavodsk State University. The article summarizes the last two years of using this resource.

physics; education; electronic educational resources

© Яковлева Д. С., 2020

В настоящее время образовательные интернет-ресурсы стали неотъемлемой частью высшего образования. Технологии дистанционного обучения позволяют самостоятельно усваивать учебную информацию и проверять уровень ее усвоения с помощью тестовых и контрольных заданий. Электронные образовательные ресурсы могут быть очень полезны обучающимся в случае пропусков очных занятий, позволяя самостоятельно освоить пропущенный материал. Для преподавателей, в свою очередь, образовательный интернет-ресурс полезен тем, что позволяет организовывать самостоятельную работу студентов и осуществлять контроль за процессом обучения в электронном виде, когда проверка заданий и выставление оценок происходит автоматически в электронном журнале.

Одним из таких интернет-ресурсов является электронная образовательная платформа BlackBoard, которая используется в Петрозаводском государственном университете (ПетрГУ) уже много лет. На базе этой платформы можно создавать сетевые образовательные модули (СОМ), позволяющие размещать текстовый лекционный материал, видеофайлы с демонстрационным экспериментом, тесты, контрольные работы и домашние задания. Контроль осуществляется при помощи Центра оценок, куда вносятся набранные баллы, полученные за тематические задания. В конце семестра выставляется взвешенная оценка, позволяющая допустить обучающегося к зачету, экзамену или же поставить зачет «автоматом» или оценку за экзамен.

На базе платформы *BlackBoard* уже много лет существует СОМ «Физика. Базовый курс бакалавриата». Последние два года этот модуль активно использовался в работе со студентами Института математики и информационных технологий (ИМиИТ) ПетрГУ. Модуль использовался на таких направлениях подготовки, как «Математика», «Информационные системы», «Прикладная математика» и «Программная инженерия». Всего за эти два года в этом модуле было зарегистрировано и работало 155 студентов.

Для освоения курса общей физики студентам ИМиИТ отводится один семестр на третьем или четвертом курсе. Учебная нагрузка составляет в среднем 100 ч, из которых 80 составляет аудиторная работа, а 20 ч — самостоятельная. Аудиторная нагрузка распределяется следующим образом: 2 ч в неделю — лекции, 1 ч в неделю — практикум по решению задач, 1 ч в неделю — лабораторные работы. Заявленного времени недостаточно для полноценного усвоения учебного материала в аудитории, поэтому СОМ «Физика. Базовый курс бакалавриата» является хорошей возможностью для организации самостоятельной работы студентов как в плане рассмотрения теоретического материала, так и для проверки усвоенного с помощью тестовых заданий.

СОМ «Физика. Базовый курс бакалавриата» разделен на тематические блоки, такие как «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика». В каждом из них есть текстовые файлы с лекционным материалом и видео демонстрационных экспериментов. Также в каждом блоке предусмотрены проверочные тесты, позволяющие определить, насколько хорошо усвоен лекционный материал и домашние задания, которые студенты получали после решения задач на практических занятиях в аудитории. За выполнение тестов и домашних заданий обучающиеся получали баллы, которые фиксировались в Центре оценок. На протяжении всего учебного семестра студент мог видеть свои баллы и подсчитывать их количество.

Основной мотивацией обучающихся являлась возможность получить «автоматом» зачет. Как показал опыт применения СОМ, такой подход может заинтересовать многих, что сразу же отражается на посещаемости лекций и практик по решению задач, а также на количестве баллов, набираемых студентами за прохождение тестов и домашних заданий.

У студентов ИМиИТ курс общей физики читается в течение одного семестра, соответственно работа в *BlackBoard* также продолжается в течение одного семестра. За это время в *BlackBoard* обучающийся должен сделать два теста и два домашних задания по каждой из тем («Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм» и «Оптика»). Тестовые задания представляли собой пять вопросов на знание теоретического материала лекций, за каждый правильный ответ можно было получить два балла. Домашние

задания представляли собой шесть задач расчетного и графического типа, за каждый правильный ответ также можно было получить два балла. Максимальное количество баллов за тестовые задания — десять, за домашнее задание — двенадцать. Таким образом, максимальное количество баллов, которое можно было набрать за семестр, составляло 176.

Результаты применения такой системы представлены на рисунке 1. Максимум гистограммы находится в диапазоне от 120 до 140 баллов, что позволяет говорить о хорошем уровне усвоения учебного материала и об эффективности данной методики оценивания знаний студентов.



Рис. 1. Гистограмма распределения количества человек в зависимости от набранных баллов

В результате работы с *BlackBoard* обучающиеся могли получить зачет «автоматом», набрав от 140 баллов, что составило 52 человека, или 33,5 % от общего числа студентов. Набравшие меньше 140 баллов сдавали зачет на общих основаниях, однако набравшие меньше 60 баллов не получали допуска к зачету и должны были заново проходить все тестовые задания.

На рисунке 2 представлен средний балл по каждому разделу общей физики, набранный в тестах и домашних заданиях за оценочный период два последних года.



Рис. 2. Средний балл, набранный студентами за разделы физики:
1 — Механика, 2 — Молекулярная физика и термодинамика,
3 — Электричество и магнетизм, 4 — Оптика

На гистограмме видно, что наибольший средний балл у раздела «Механика» — 38,31 балла, далее идут разделы «Молекулярная физика и термодинамика» — 33,56 балла, затем «Электричество и магнетизм» — 31,4 балла и «Оптика» — 28,74 балла из 44 возможных. Наилучшее усвоение раздела «Механика» может говорить о том, что эта тема идет первой и достаточно подробно прорабатывается, являясь наиболее легкой для усвоения. В последу-

ющих разделах материал начинает усложняться, усталость студентов накапливается, а число пропусков лекций увеличивается. С этим может быть связано снижение среднего тестового балла, набранного в *BlackBoard*.

Таким образом, опыт применения образовательной платформы *BlackBoard* у математиков можно считать успешным. Студенты указанных ранее направлений подготовки отличаются хорошими интеллектуальными показателями, имеют необходимый запас знаний в области высшей математики и не испытывают особых трудностей с усвоением курса общей физики. В связи с этим применение СОМ «Физика. Базовый курс бакалавриата» на базе *BlackBoard* дает положительный эффект, заключающийся в высоких итоговых показателях, помогает преподавателю лучше организовать самостоятельную работу студентов и является хорошей мотивацией для самих обучающихся.

Сведения об авторе

Яковлева Дарья Сергеевна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (Петрозаводск).

УДК 378.147:52:502.2.08

Д. С. Яковлева

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ АСТРОНОМИИ В КУРСЕ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» НА ГУМАНИТАРНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ПОДГОТОВКИ

Данная статья посвящена основным проблемам преподавания астрономии в курсе «Концепции современного естествознания» (КСЕ) на гуманитарных направлениях подготовки в вузах. Предложен обоснованный тематический план с краткими рекомендациями по его изложению.

естествознание; астрономия; образование

This article is devoted to the main problems of teaching astronomy in the course “Concepts of Modern Natural Science” (CMNS) in the humanitarian areas of training at universities. A substantiated thematic plan with brief recommendations on its presentation is proposed.

natural sciences; astronomy; education

«Концепции современного естествознания» (КСЕ) — сравнительно молодой предмет, который появился в системе высшего образования в середине 1990-х годов с целью повышения уровня грамотности обучающихся в области естественных наук. Предмет был введен на всех направлениях подготовки, независимо от характера специализации — гуманитарной, технической, юридической, экономической и социальной.

Автор данной публикации преподает КСЕ в течение последних пятнадцати лет в Петрозаводском государственном университете (ПетрГУ) на гуманитарных направлениях подготовки, таких как «Социальная работа», «Социология», «Политология», «Международные отношения», «История», «Лингвистика», «Педагогическое образование». За это время были выявлен ряд проблем преподавания данного курса и разработаны методики их устранения. К таким проблемам можно отнести отсутствие мотивации студентов к изучению курса КСЕ, подбор учебной литературы, изложение основ естественных наук обучающимся-гуманитариям.

Как правило, приходя в новую группу, преподаватель КСЕ сталкивается с некоторым неприятием своего предмета среди студентов-гуманитариев и отсутствием мотивации к его изучению. Требуется затратить какое-то время и приложить ряд усилий, чтобы вызвать интерес и привлечь внимание обучающихся. Однако в учебной программе курса есть темы, которые могут быть интересны всем, независимо от направления подготовки. К таким темам можно отнести раздел, посвященный астрономии.

Из всех тематических блоков курса КСЕ астрономия, как правило, вызывает наибольший интерес у студентов. Долгое время астрономия была исключена из школьной программы, поэтому выпускники школ приходили в вузы, имея лишь самые поверхностные знания в этой области или не имея никаких. Курс КСЕ дает возможность восполнить этот пробел в общем образовании, и в этом заключается еще один аргумент в пользу его преподавания.

Современная астрономия представляет собой сложный комплекс из огромной базы накопленных знаний о Вселенной и высокотехнологического оборудования для исследования космоса. Открытия современной астрономии осуществляются научными коллаборациями ученых всего мира. Понять эти открытия, не имея элементарной научной базы в области астрономии и физики в целом, практически невозможно, поэтому изучение в рамках курса КСЕ основ астрономии представляет большую важность для многостороннего образования современного выпускника вуза.

Основной проблемой преподавания основ астрономии в рамках курса КСЕ является крайне низкий уровень элементарных знаний о космосе у выпускников школ, а если говорить о выпускниках гуманитарных классов, то такие знания могут отсутствовать совсем, ограничиваясь разве что названиями планет Солнечной системы. В таких условиях преподавание астрономического блока приходится начинать практически с нуля.

Основываясь на многолетнем опыте, можно предложить структуру тем, которые раскрывают основы астрономических знаний:

1. Космические расстояния.
2. Строение Солнечной системы.
3. Наша галактика — Млечный Путь.
4. Происхождение Вселенной.

Как правило, обучающиеся плохо представляют себе или не представляют совсем общую структуру Вселенной. Не знают, что такое галактика, не понимают огромности межгалактических и межзвездных расстояний, не владеют понятиями скорости света и светового года. Поэтому тема «Космические расстояния» является уместной в качестве начала разговора о космосе, поскольку позволяет представить себе масштабы и строение ближнего и дальнего космоса.

Следующим проблемным местом в знаниях об устройстве нашего мира является строение Солнечной системы. Многие могут вспомнить названия планет, некоторые — их правильный порядок. Но этим все и ограничивается. Как правило, отсутствуют знания о планетах земной группы и планетах-гигантах, их особенностях строения, структуры и расположения относительно Солнца, количества спутников, поясах астероидов, не говоря уже о таких вещах, как границы Солнечной системы и облако Оорта. Поэтому восполнение пробелов в этих знаниях является первоочередной задачей астрономического блока курса КСЕ. Нет смысла сразу излагать теории происхождения Вселенной, если человек плохо представляет себе ближайший космос.

Практически никто не знает место Солнечной системы в Млечном пути, саму структуру Млечного Пути и его геометрию. Поэтому тема «Наша галактика — Млечный Путь» является очень познавательной, позволяющей наглядно представить себе место Земли в космическом пространстве.

После освоения этих базовых знаний можно приступить к более сложной теме — «Происхождение Вселенной». В рамках этой темы рассматриваются основные теории происхождения Вселенной, главной из которых на сегодняшний день является теория Большого Взрыва. Однако она уже является достаточно сложной для понимания обучающимися гума-

нитарных направлений, поэтому можно рассказать лишь основные ее этапы. Рассмотрение таких сопутствующих тем, как «Реликтовое излучение» и «Закон Хаббла», традиционно вызывает трудности и требует некоторого времени и усилий для разъяснения, но в целом они уместны в гуманитарных группах.

Весь излагаемый материал должен сопровождаться презентациями, поскольку визуализация теоретического материала по астрономии является одним из главных критериев его усвоения.

К сожалению, низкий уровень базовых знаний по астрономии и малое количество часов, выделенное в целом на курс КСЕ, не позволяют перейти к более сложным темам, таким как «Эволюция звезд», «Виды звезд» и «Диаграмма Герцшпрунга-Рассела», которые позволяют получить более подробные сведения об устройстве космоса. Однако, во-первых, излагать их нет смысла без наличия элементарных знаний об устройстве Вселенной, а во-вторых, можно задать вопрос о целесообразности преподавания таких тем в гуманитарных группах.

В последние два года астрономия вновь вернулась в школы, но пока не было замечено существенных различий в уровне астрономических знаний бывших выпускников.

В заключение отметим, что к блоку астрономии лучше всего приступать в самом конце преподавания курса КСЕ, пропустив вперед более сложные темы («Основы физических концепций», «Теория хаоса», «Синергетика»), освоение которых требует больших усилий как от студентов, так и от преподавателя. К концу семестра и у тех и у других накапливается усталость, которую стоит предусмотреть и поставить на это время астрономические концепции, в целом воспринимаемые студентами-гуманитариями с интересом, а уровень их изложения и восприятия не требует больших усилий.

Сведения об авторе

Яковлева Дарья Сергеевна — кандидат физико-математических наук, доцент ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет» (Петрозаводск).

Научное издание

Актуальные проблемы физики и технологии
в образовании, науке и производстве

Материалы II Всероссийской научно-практической конференции,
26–27 марта 2020 года

Под редакцией
Степанова Владимира Анатольевича,
Кузнецовой Ольги Викторовны

Корректор *К. А. Красовская*
Технический редактор *Н. Н. Кулешова*

4,6 МБ. Подписано к использованию 26.06.2020. Тираж 20 CD-ROM.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина»
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46; info@365.rsu.edu.ru
Тел.: +7 (4912) 28-03-89 (канцелярия)

Редакционно-издательский центр РГУ имени С. А. Есенина
390023, г. Рязань, ул. Ленина, 20а



Минимальные системные требования:
тип компьютера: IBM/PC, процессор x86, частота: 1,3 ГГц,
256 MB RAM, свободное место на HDD 25 MB, Windows XP и выше,
Acrobat Reader 3.0 или старше, дисковод для оптических дисков, мышь.