

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ
В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

4(84)/2017

Scientific and methodological journal

**Uchebnyi experiment
v obrazovanii**

**Научно-методический
журнал**

**№ 4 (84) (октябрь – декабрь)
2017**

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:
ФГБОУ ВО «Мордовский
государственный
педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева»

Издается с января 1997 года

Выходит
1 раз в квартал

Фактический адрес:
430007, Республика Мордовия,
г. Саранск, ул. Студенческая,
11а

Телефоны:
(834-2) 33-92-83
(834-2) 33-92-84

Факс:
(834-2) 33-92-67

E-mail:
edu_exp@mail.ru

Сайт:
<http://www.mordgpi.ru>
eduexp.mordgpi.ru

**Подписной индекс
в каталоге
«Почта России»
31458**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. К. Свешников (главный редактор) – доктор технических наук, профессор, член корреспондент АЭН РФ
Г. Г. Зейналов (зам. главного редактора) – доктор философских наук, профессор
Т. В. Кормилицына (отв. секретарь) – кандидат физико-математических наук, доцент
А. Ф. Базаркин (секретарь) – кандидат технических наук

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Х. Х. Абушкин – кандидат педагогических наук, профессор
Н. В. Вознесенская – кандидат педагогических наук, доцент
П. В. Замкин – кандидат педагогических наук
М. В. Ладошкин – кандидат физико-математических наук, доцент
А. Е. Фалилеев – кандидат культурологии, доцент

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В. В. Кадакин – кандидат педагогических наук, доцент (Саранск, Россия)
М. Х. Анчев – доктор технических наук, профессор (София, Болгария)
А. А. Ашрятов – доктор технических наук, доцент (Саранск, Россия)
В. К. Битюков – доктор технических наук, профессор (Москва, Россия)
Е. М. Гейфман – доктор технических наук, профессор (Саранск, Россия)
А. Д. Гуляков – кандидат юридических наук (Пенза, Россия)
З. А. Иванов – доктор инженерии, доцент (София, Болгария)
Ч. Н. Исмаилов – доктор географических наук, профессор (Баку, Азербайджанская Республика)
А. М. Кокинов – доктор технических наук, профессор (Саранск, Россия)
Н. Г. Лебедев – доктор физико-математических наук, профессор (Волгоград, Россия)
В. В. Майер – доктор педагогических наук, профессор (Глазов, Россия)
Л. А. Назаренко – доктор технических наук, профессор (Харьков, Украина)
В. П. Савинов – доктор физико-математических наук, профессор (Москва, Россия)
Н. К. Сорокина – кандидат физико-математических наук, профессор (Саранск, Россия)
Р. Х. Тукшаитов – доктор биологических наук, профессор (Казань, Россия)
Г. И. Шабанов – доктор педагогических наук, профессор (Саранск, Россия)
Т. И. Шукшина – доктор педагогических наук, профессор (Саранск, Россия)

Журнал реферируется ВИНТИ РАН

*Включен в систему Российского индекса научного цитирования
Размещается в Научной электронной библиотеке eLibrary.ru
Включен в Международный подписной справочник периодических изданий
«Ulrich's Periodicals Directory»*

ISSN 2079-875X

© «Учебный эксперимент
в образовании», 2017

**Scientific and methodological
journal**

№ 4(84) (October – December)

2017

JOURNAL FOUNDER:

FSBEIHE “Mordovian State
Pedagogical Institute named
after M. E. Evseyev”

Quarterly issued

Actual address:

11a Studencheskaya Street,
the city of Saransk,
The Republic of Mordovia,
430007

Telephone numbers:

(834-2) 33-92-83

(834-2) 33-92-84

Fax number:

(834-2) 33-92-67

E-mail:

edu_exp@mail.ru

Website:

<http://www.mordgpi.ru>

eduexp.mordgpi.ru

**Subscription index
in the catalogue**

“The Press of Russia”

31458

EDITORIAL BOARD

- V. K. Sveshnikov** (editor-in-chief) – doctor of technical Sciences, Professor, corresponding member of Academy of electrotechnical Sciences of the Russian Federation
G. G. Zeynalov (editor-in-chief assistant) – doctor philosophical Sciences, Professor
T. V. Kormilitsyna (executive secretary) – candidate of physical and mathematical Sciences, Docent
A. F. Bazarkin (secretary) – candidate of technical Sciences

EDITORIAL BOARD MEMBERS

- H. H. Abushkin** – candidate of pedagogical Sciences, Professor
N. W. Woznesenskaya – candidate of pedagogical Sciences, Docent
P. V. Zamkin – candidate of pedagogical Sciences
M. W. Ladoshkin – candidate of physical and mathematical Sciences, Docent
A. E. Falileev – candidate of Culturology, Docent

EDITORIAL COUNCIL

- V. V. Kadakin** – candidate of pedagogical Sciences, Professor (Saransk, Russia)
M. H. Anchev – doctor of technical Sciences, Professor (Sofia, Bulgaria)
A. A. Ashryatov – doctor of technical Sciences, Professor (Saransk, Russia)
V. K. Bitjukov – doctor of technical Sciences, Professor (Moscow, Russia)
E. M. Geifman – doctor of technical Sciences, Professor (Saransk, Russia)
D. A. Gulyakov – candidate of law Sciences, Professor (Penza, Russia)
Z. A. Ivanov – doctor of engineering, Professor (Sofia, Bulgaria)
H. H. Ismailov – doctor of geographical Sciences, Professor (Baku, Republic of Azerbaijan)
A. M. Kokinov – doctor of technical Sciences, Professor (Saransk, Russia)
N. G. Lebedev, doctor of physical and mathematical Sciences, Professor (Volgograd, Russia)
V. V. Mayer – doctor of pedagogical Sciences, Professor (Glazov, Russia)
L. A. Nazarenko – doctor of technical Sciences, Professor (Kharkov, Ukraine)
V. P. Savinov – doctor of physical and mathematical Sciences, Professor (Moscow, Russia)
N. K. Sorokina – candidate of physical and mathematical Sciences, Professor (Saransk, Russia)
R. H. Tuksaitov – doctor of biological Sciences, Professor (Kazan, Russia)
G. I. Shabanov – doctor of pedagogical Sciences, Professor (Saransk, Russia)
T. I. Shukshina – doctor of pedagogical Sciences, Professor (Saransk, Russia)

The edition is reviewed by VINITI

The journal is included in the RISC

*The journal is included in the International Directory of periodicals
subscribed «Ulrich's Periodicals Directory»*

ISSN 2079-875X

© «Uchebnyi experiment
v obrazovanii», 2017

ОТ РЕДАКЦИИ

В столице Республики Мордовии г. Саранске с 20 по 22 ноября 2017 года проходила юбилейная X Международная научно-техническая конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы физики», посвященная 150-летию со дня образования Русского технического общества. Конференция проводилась в рамках гранта РФФИ № 17-02-20319Г и при поддержке НОУ «Саранский Дом науки и техники» и ОАО «Электровыпрямитель».

Инициатором проведения конференции явилась кафедра физики и методики обучения физике ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева».

Проведение конференции продиктовано чрезвычайной важностью совершенствования учебного процесса в образовательных учреждениях в рамках концепции модернизации образования, органически связанной с использованием важнейших достижений науки и техники.

В условиях сложного внутреннего экономического положения в РФ чрезвычайно важна интеграция научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых в академических институтах, научно-исследовательских организациях и учебных заведениях, через обмен информацией на симпозиумах, конференциях и совещаниях.

Преподавателям физики и технических дисциплин по роду своей деятельности приходится постоянно совершенствовать демонстрационный эксперимент, участвовать в постановке принципиально новых лабораторных практикумов, разрабатывать факультативные и специальные курсы.

Естественно, что решение поставленных задач возможно на основе использования научных достижений в приоритетных областях науки и техники, в частности, полупроводниковой, вакуумной и плазменной электроники, источников света и других областях.

Следует отметить, что обмен информацией о научно-технических достижениях в области физики, полупроводников, микро- и нанoeлектроники, светотехники, источников излучений будет способствовать установлению научных связей для ускорения и повышения уровня научных исследований и в плане совершенствования конструкции и технологии выпускаемых отечественной промышленностью приборов. Регулярность международных научно-технических конференций по фундаментальным и прикладным проблемам физики на базе кафедры физики и методики обучения физике ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева» становится заметным явлением среди подобных мероприятий в регионе, России и СНГ.

Оргкомитет отмечает, что для участия в X конференции было подано более 120 заявок из 30 городов РФ (г. Москва, г. Томск, г. Волгоград, г. Рязань и др.) и ближнего зарубежья (г. Киев, г. Минск, г. Брест, г. Баку, г. Ташкент, г. Нукус и др.). В программу конференции было включено 46 докладов.

По результатам работы конференции оргкомитет констатирует, что из принявших участие в конференции организаций и вузов наиболее активно ведутся научные исследования:

1. По экспериментальной и теоретической физике: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; Наманганский государственный университет, Узбекистан; Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь; Институт физики полупроводников имени В. Е. Лашкарёва НАН Украины; «Брестский государственный технический университет», Беларусь; Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище (военный институт) имени генерала армии В. Ф. Маргелова, г. Рязань, Россия; ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»; ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева».

2. По нанoeлектронике:

Волгоградский государственный университет, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева»; Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан; Институт ионно-плазменных технологий академии наук, Узбекистан; ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

3. По физике полупроводников и микроэлектронике:

Институт физики полупроводников имени В. Е. Лашкарёва НАН Украины, г. Киев, Украина; «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева», г. Самара; Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан; ФГБОУ ВО «Москов-

ский технологический университет» (МИРЭА), г. Москва; ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева», АО НПК «Электровыпрямитель», г. Саранск.

4. По светотехнике и источникам света:

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева»; ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»; ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.

5. По современным достижениям в технике физического эксперимента:

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева»; ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева»; Институт катализа и неорганической химии им. акад. М. Нагиева НАН Азербайджана, г. Баку; Институт систем управления НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан.

Были заслушаны доклады в области физики, полупроводниковых приборов, микро- и нанoeлектроники, светотехники, источников излучений, современных достижений в технике физического эксперимента и их использования в учебном процессе.

Особый интерес участников конференции вызвали доклады:

1. История и культурное наследие русского технического общества.

Г. Г. Зейналов, доктор философских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск.

2. Современное состояние и перспективы развития технологии эпитаксии карбида кремния.

Е. М. Гейфман, доктор технических наук, профессор, АО НПК «Электровыпрямитель»; В. В. Чибиркин, кандидат технических наук; Н. А. Гарцев, кандидат технических наук; Г. Ю. Каменцев, С. А. Солонин, АО «НПК Электровыпрямитель», г. Саранск.

3. Влияние диффузии на критерий устойчивости сверхрешеток с омическими контактами.

Н. Н. Хвастунов, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»; А. В. Шорохов, доктор физико-математических наук, профессор; М. А. Пятаев, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО НИ «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск.

4. Гибридно-примесный резонанс в квантовом канале в поперечном магнитном поле.

В. В. Карпунин, кандидат физико-математических наук, доцент; В. В. Ермаков, студент, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»; В. А. Маргулис, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО НИ «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск.

5. Повышение дальности действия атмосферных оптических линий связи, построенных на светодиодах.

А. С. Иванцев, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, кафедра инфокоммуникационных технологий и систем связи, ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», г. Саранск.

6. Анализ и исследование оптических систем для светодиодных световых приборов.

И. И. Байнева, кандидат технических наук, доцент; В. В. Байнев, аспирант, ФГБОУ ВО НИ «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск.

7. Актуальные вопросы теории и практики проблемного обучения в высшей школе.

Х. Х. Абушкин, кандидат педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики и методики обучения физике, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск.

В результате обсуждения докладов на секционных заседаниях в целях повышения эффективности научных исследований, проводимых в различных исследовательских группах, их внедрения в конкретные технические разработки и в учебный процесс предлагается:

1. Расширить взаимодействие ученых кафедры физики и методики обучения физике, занимающихся теоретическими исследованиями в области нанoeлектроники (Н. Н. Хвастунов, В. В. Карпунин), с научно-исследовательской группой профессора Н. Г. Лебедева (ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный университет»).

2. Продолжить работу в вузах по разработке курсов для студентов, направленных на формирование экспериментальных умений, а также умений физического моделирования и конструирования с использованием современных достижений в приоритетных областях науки и техники.

3. Ведущим предприятием России по созданию полупроводниковых приборов нового поколения является АО НПК «Электровыпрямитель» (г. Саранск). На основе полупроводниковых приборов на SiC созданы энергосберегающие преобразователи электрической энергии, у которых кардинально

снижены габариты (до 40 раз) и потери энергии (в десятки раз). Исходя из этого, конференция считает работы по созданию технологии эпитаксии монокристаллического Siс и элементной базы нового поколения на основе Siс приоритетными. С целью импортозамещения и повышения экспортного потенциала электронной промышленности России конференция рекомендует создать в России на базе АО НПК «Электровыпрямитель» научно-технический центр «Эпитаксии монокристаллического карбида кремния».

4. Рекомендовать ГУБ РМ «НИИС имени А. Н. Лодыгина» совместно с МГПИ начать проведение совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по освоению производства натриевых ламп низкого давления НЛНД на базе отечественной приоритетной прямой натриевой лампы ДНаО-85. Их монохроматический желтый свет способствует высокой видимости предметов. Он хорошо проникает сквозь пыль и туман. Поэтому серийно выпускаемые НЛНД за рубежом широко используются для освещения автострад, аэропортов, судоверфей и т.д. Световая отдача зарубежных ламп составляет 160–200 лм/Вт, что в 1,6 раза выше световой отдачи натриевых ламп высокого давления и в 1,5–2 раза больше, чем у светодиодных ламп.

5. Расширить интеграцию результатов исследований, проводимых в научно-исследовательских институтах и вузах, с целью внедрения в производство и выпуска конкурентоспособной продукции, поиска рынка сбыта научных разработок, коммерциализации их результатов. Расширить обмен научно-технической информацией с целью внедрения результатов в учебный процесс вузов, а также проведение регулярных конференций, публикации материалов в научно-методическом журнале «Учебный эксперимент в образовании», издаваемого в ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева».

Отмечая высокий научный уровень прошедшей конференции и представленных на конференции докладов, считаем необходимым:

1. Продолжить внедрение научно-технических достижений в приоритетных областях науки и техники в учебный процесс высших и средних специальных заведений в рамках Концепции модернизация образования.

2. Разрабатывать содержание и методику преподавания новых элективных курсов, в которых отразятся достижения современной физической науки и техники.

3. Активно внедрять в обучение физике информационно-коммуникационные технологии.

Оргкомитет

С оперативной информацией можно ознакомиться на сайте МГПИ www.mordgpi.ru и на сайте журнала www.eduexp.mordgpi.ru

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 37(091)(470.345)(045)

ББК 74.03(2р-6Мо)

Зеткина Ирина Александровна

доктор культурологии, профессор

кафедра отечественной и зарубежной истории, и методики обучения

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический

институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия

irzet@mail.ru

Шуляпова Оксана Владимировна

кандидат педагогических наук, доцент

заместитель директора Департамента по социальной политике

начальник Управления образования Администрации г. о. Саранск, г. Саранск, Россия

obraz15@adm-saransk.ru

НАСЛЕДИЕ ФЁДОРА ФЁДОРОВИЧА УШАКОВА В ОПЫТЕ РАБОТЫ ПЕДАГОГОВ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

Аннотация. В статье анализируется опыт использования духовно-нравственного потенциала биографии великого флотоводца и святого адмирала Ф. Ф. Ушакова в образовательной практике образовательных учреждений республики Мордовия.

Ключевые слова: кадеты, культурно-антропологический подход, личность-идеал, ушаковцы.

Zetkina Irina Aleksandrovna

Doctor of Culturology, Professor

Department of General history

Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

Shuljapova Oksana Vladimirovna

candidate of pedagogical Sciences, docent

Deputy Director of the Department of social policy

the head of Department of education of Administration of Saransk, Saransk, Russia

THE LEGACY OF FEDOR FEDOROVICH USHAKOV EXPERIENCE TEACHERS OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

Abstract. The article analyzes the experience of the use of spiritually-moral potential of the biography of the great naval commander, and of the Holy Admiral F. F. Ushakov in the educational practices of educational institutions of the Republic of Mor-dovia.

Keywords: cadets, cultural-anthropological approach, the personality-ideal, ushakovcy.

В конце 19 века, российский историк и социолог, будущий академик Николай Иванович Кареев сформулировал кредо истории, ставшее символом европейской гуманитарной мысли XX века: «... на самом деле человек – центр ми-

ра, через которого и для которого происходит все совершающееся в истории» [3, с. 187]. История и педагогика как науки всегда обращены к человеку, всегда персонифицированы. Потенциал культурно-антропологического подхода в гуманитарном знании сегодня весьма востребован, он позволяет воспитывать патриотизм и гражданственность через чувство сопричастности к истории, изучая трудовые и воинские подвиги соотечественников, «вживаясь» в роль героев исторических событий, рассматривая историю через интересы, ценностные ориентиры, мотивы поведения людей, антропологический подход позволяет формировать положительную национальную и гражданскую идентичность.

При этом в работе с детьми и подростками очень важно иметь в арсенале содержания исторического образования и духовного воспитания Личность, свободную от критики, нетронутую конъюнктурными оценками, неподвластную политическим спекуляциям.

Допуски исторической науки, сформулированные Вл. Соловьевым (для личной характеристики и оценки исторического деятеля важно не только то, что он сделал, но и то, что хотел сделать и что сам ценил на самом деле) или В. Л. Лениным (исторические заслуги судят не потому, чего не дали исторические деятели сравнительно с современными требованиями, а по тому, что они дали нового сравнительно со своими предшественниками) не применимы к оценке Ф. Ф. Ушакова.

Феодор Феодорович Ушаков не требует исторических извинений. В историографии нет смены вектора оценки его личности с плюса на минус, как это было со многими выдающимися историческими деятелями – Александром Невским, Андреем Курбским, Иваном Грозным IV, Петром I, Петром III, Александром II. Перечень можно продолжить имена из отечественной и всеобщей истории.

Ф. Ф. Ушаков оказался недоступным как для оценочной «мельницы» советской исторической школы, так и для сторонников школы анналов. Он свободно выдерживает любые аналогии и сравнения, будь то Г. Нельсон, П. А. Румянцев-Задунайский, П. С. Нахимов, С. О. Макаров или А. В. Суворов.

Но Ф. Ф. Ушаков остается сложной для анализа личностью. Его нельзя назвать высокопассионарным, как Гумилев охарактеризовал А. В. Суворова, в первоначальном значении слова: «одержимый, не признающим преград в движении к цели» [8]. При этом Ушаков, безусловно, харизматичен, в значении харизматичности, как милости, божественного дара, и в проявлении этого дара в сражениях и в мирное время, когда вселял волю к подвигу, волю к милосердию, убеждал и побуждал к благим и бескорыстным делам [8].

Русский флотоводец, командующий Черноморским флотом, русско-турецкой эскадрой, обеспечивший независимость Греции, не проигравший не одного сражения, не потерявший в боях ни одного корабля, ни один его подчинённый не попал в плен, заботящийся о российском моряке (достаточно сказать, что первый свой орден святого равноапостольного князя Владимира он получил не за битвы, а за спасение экипажей от чумы в Херсонесе в 1783 году), милостивый к поверженному врагу, заложивший традиции образования в Тем-

никове, создававший лазарет и экипировавший в Отечественную войну 1-й Тамбовский полк на собственные деньги, материально обеспечивавший своих крестьян, человек не кичившейся своей благотворительностью.

Борис Пастернак посвятил Ф. Ф. Ушакову стихотворение, в полной мере отражающее отношение к личности-идеалу в российском обществе и начала века XX и начала XXI столетия:

Непобедимым — многолетье,
 Прославившимся исполать!
 Раздолье жить на белом свете,
 И без конца морская гладь.
 И русская судьба безбрежней,
 Чем может грезиться во сне,
 И вечно остается прежней
 При небывалой новизне.
 И на одноименной грани
 Её поэтов похвала,
 Историков ее преданья
 И армии ее дела.
 И блеск ее морского флота,
 И русских сказок закрома,
 И гении ее полета, И небо, и она сама.
 < ... >
 Вся жизнь их — подвиг неустанный.
 Они, не пожалев сердец,
 Сверкают темой для романа
 И дали чести образец.
 Их жизнь не промелькнула мимо,
 Не затерялась вдалеке
 Их след лежит неизгладимо
 На времени...

Б. Пастернак. Неоглядность [5, с. 51]

Фигуры, подобные Федору Федоровичу Ушакову, уникальны в истории любой страны. Эта цельность личности, свободный от критики и допущений дар дает богатейший потенциал для воспитательной работы с детьми и подростками, который уже традиционно используется в воспитательной и образовательной работе педагогов республики Мордовия: в образовательной практике, во внеурочной воспитательной работе, в системе дополнительного образования, при организации тематических смен в детских оздоровительных лагерях [1].

Личность, жизненный подвиг Ф. Ф. Ушакова – важная часть содержания национально-регионального компонента исторического образования в республике Мордовия. Ф. Ф. Ушаков был представлен в сборнике «Рассказы из истории Мордовии», который дважды издавало Мордовское книжное издательство в 1980-е годы [4]. Книга была дополнением к пропедевтическому курсу исто-

рии «Рассказы из истории СССР» для 4 класса Т. С. Голубевой и Л. С. Геллерштейна.

Авторы учебного пособия Е. Г. Осовский и Л. Г. Филатов в разделе «Великий флотоводец России» писали: «В последние годы, после службы на флоте, Ушаков поселился в Алексеевке. Он немало сделал для крестьян из ближайших русских и мордовских деревень» [4, с. 24].

В постсоветский период Ф. Ф. Ушакову были посвящены главы в учебнике «Родиноведение» для 5 класса и в учебнике «История и культура мордовского края в 17–18 веках» [7; 2]. В последнем святому адмиралу было отведено 10 страниц: «5 августа 2001 года выдающегося флотоводца причислили к лику местночтимых святых Саранской епархии. В 2004 г. на Архиерейском соборе было принято решение об общецерковном почитании праведного воина Феодора, непобедимого адмирала российского флота» [2, с. 194].

Личность и подвиги великого флотоводца и земляка школьники Мордовии изучают во внеурочной работе. Прежде всего, это относится к празднованию дня воинской славы России 11 сентября – это День победы русской эскадры под командованием Ф. Ф. Ушакова над турецкой эскадрой у мыса Тендра (1790 год).

В этот день в республике проходят разные по формам мероприятия (от уроков мужества, просмотров фильмов, историко-литературных композиций, туристических поездок, квестов). Работа традиционна, ожидаема детьми, и реализуется не только преподавателями истории в школе или классными руководителями, но и студенческими десантами, и родительской общественностью, и общественной организацией «Наследники победы».

В 2015 году был проведен Республиканский конкурс детского и молодежного творчества «Ушаков. Россия. Флот», посвященный 270-летию со дня рождения святого адмирала Ф. Ф. Ушакова. Конкурс был также посвящен Дням воинской славы России, морским победам русского флота, значимым событиям в боевой флотоводческой деятельности адмирала Ф. Ф. Ушакова и его праведной, наполненной христианскими подвигами жизни.

Организаторы конкурса в лице Госкомитета по делам молодежи Республики Мордовии, Министерства образования республики и Мордовской епархии ставили задачу привлечение детей и молодежи, педагогов, широких кругов общественности к самостоятельному творчеству; воспитать чувства любви к родному краю, Отечеству, готовности защищать свою Родину и Ее святынь на примере подвигов военных моряков; расширить знания о боевой флотоводческой деятельности адмирала Ф. Ф. Ушакова и Его праведной, наполненной христианскими подвигами жизни.

Сегодня темы, связанные с изучением биографии и судьбы наследия Ф. Ф. Ушакова, традиционно выбираются школьниками в исследованиях и исторических проектах. Юные исследователи изучают иконографию, связанную с полководцем, судьбу его наследия, исторический контекст.

Военно-патриотическое воспитание на примере образа русского флотоводца позволяет вести работу по подготовке к защите Отечества работа на базе

школ и классов с кадетскими программами обучения и воспитания. В 1732 году при открытии кадетского корпуса Анна Иоановна сформулировала задачу подобных учебных заведений: не все могут быть военными, но все должны быть готовы и годны к службе Отечеству.

Среди многочисленных в Мордовии кадетских классов, углубленно и заинтересованно изучающих жизненный подвиг Ф. Ф. Ушакова, существуют классы кадетов-ушаковцев. МОУ «СОШ №3» г. Саранска осуществила уже 5 выпусков. В настоящее время в школе восемь кадетских классов (210 кадетов).

Морская направленность кадетских классов определяет наличие в их учебном плане специальных предметов: основы морского дела, история Российского Флота, основы спасательных работ на воде, прикладная физическая подготовка.

Основные цели кадетского воспитания – интеллектуальное, культурное, физическое и нравственно-духовное развитие обучающихся, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на гражданском и военном поприще. Без идеалов здесь обойтись трудно. Весь учебный год кадеты, зачисленные во вновь открывающийся кадетский класс, всеми своими делами и поступками доказывают, что достойны носить имя Ф. Ф. Ушакова, и только в мае это имя торжественно присваивается классу на построении возле памятника великому адмиралу во дворе школы.

Звание «ушаковец» стало для морских кадет символом, знаменем и мощным рычагом патриотического воспитания будущих граждан России и защитников Отечества.

По утверждению администрации СОШ № 3 военно-патриотическое воспитание на историческом образе русского флотоводца позволяет вести работу по подготовке к защите Отечества и приобщать к истории и культуре нашего народа: «Ф. Ф. Ушаков знаменит не только великими победами на море, он является ярким носителем высочайшей духовности и культуры. Ф. Ф. Ушаков служит неисчерпаемым примером для юношества в части отношения к людям и образа жизни адмирала. Постоянный пример героической, высоконравственной личности воспитывает у учащихся чувство любви к Родине, милосердие и доброту. Нравственные устои и идеалы, положенные в основу жизни и славных свершений Ф. Ф. Ушакова, могут определить жизненную позицию ребенка, увлечь юную душу красотой моря, кораблями и подводными лодками, другими областями человеческой деятельности» – говорит директор школы Е. В. Сеничева.

Программа воспитательной работы построена на мероприятиях, связанных с личностью и жизнедеятельностью Ф. Ф. Ушакова: разработка проекта «Мы – ухаковцы»; литературная композиция «Славному сыну Отечества посвящается...»; цикл бесед «Ф. Ф. Ушаков – адмирал Флота Российского»; викторина «Страницы жизни Ф. Ф. Ушакова»; посещение Кафедрального Собора Святого Праведного воина Федора Ушакова; знакомство с экспозицией об Ушакове в городском музее Боевой и Трудовой Славы; митинги в дни памяти

Ф. Ф. Ушакова; экскурсии в Темниковский историко-краеведческий музей имени адмирала Ф. Ф. Ушакова и Санаксарский монастырь к месту его захоронения.

В Темникове плодотворно работает «Патриотическое детско-юношеское движение имени адмирала Ф.Ф. Ушакова – Ушаковцы», которое создано в январе 2001 года и действует при Православном культурно-просветительском Центре имени адмирала Ф. Ф. Ушакова.

Участниками движения являются граждане Российской Федерации (дети, подростки и молодежь) возрасте от 8 до 30 лет, объединившиеся на основе общей программы деятельности и реализации поставленных целей и задач. Работают с «ушаковцами» на добровольных началах студенты, представители творческой интеллигенции, ветераны, священники Санаксарского монастыря, профессиональные педагоги, бывшие моряки и офицеры запаса. Члены разновозрастного объединения (дети, подростки и молодые люди) в свободное от учебы время по своему желанию занимаются благотворительной, общественно-полезной деятельностью и реализовывают свои творческие и физические возможности в морском кадетском классе, школе православной хозяйки, вокальном ансамбле, секции рукопашного боя, в радиотехническом и компьютерном кружках [4]. Движением в течение года проводятся: посвящение в «ушаковцы»; походы по памятным местам, связанные с жизнью адмирала Ф. Ф. Ушакова; торжественные сборы, посвященные Дням воинской славы России; соревнования по морскому троеборью, военно-прикладным видам спорта; мероприятия, посвященные памятным датам, связанные с именем адмирала Ф. Ф. Ушакова и историей ВМФ; экскурсионно-паломнические поездки по святым местам и культурным центрам России.

Мы остановились на наиболее последовательных примерах обращения к подвигу жизни Ф. Ф. Ушакова школьными педагогами Республики Мордовия. Но в республике практически все образовательные учреждения не остались в стороне от изучения и популяризации личности великого земляка, чьим жизненным кредо было «Вера! Отечество! Флот!».

Список использованных источников

1. Зеткина, И. А. /И. А. Зеткина // Интеграция образования. – 2014. – № 4. – С.70 – 75.
2. История и культура Мордовского края в XVII – XVIII веках : учеб. для 7 кл. общеобразов. учреждений / Под ред. Н. М. Арсентьева. – Саранск : Издат. Центр ИСИ МГУ им. Н. П. Огарева, 2007. – 200 с.
3. Кареев, Н. А. Историко-философские и социологические этюды / Н. А. Кареев. – СПб., 1899. – 497 с.
4. Осовский, Е. Г. Рассказы из истории Мордовии / Е. Г. Осовский, Л. Г. Филатов. – Саранск : Мордовское кн. изд-во, 1983. – 119 с.
5. Пастернак, Б. Стихи и поэмы : В 2 т / Б. Пастернак – Л. : Советский писатель, 1990. – Т.2. – С. 51–52.
6. Патриотическое детско-юношеское движение имени адмирала Ф.Ф. Ушакова – Ушаковцы [Электронный ресурс]. – URL: www.voskres.ru/info/sobinfo198.htm.
7. Родиноведение. Вводный курс для изучения истории и культуры мордовского края: учеб. для 5 кл. общеобразоват. учреждений / Под ред. Н. М. Арсентьева. – Саранск : Издат. Центр ИСИ МГУ им. Н. П. Огарева, 2009. – 143 с.

8. Словарь иностранных сло., 2006. [Электронный ресурс]/ – URL :
[//https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_fwords/пассионарность](https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_fwords/пассионарность).

References

1. Zetkina A. I. Integration of education, 2014, No. 4, pp. 70–75.
2. History and culture of the Mordovian Krai in the XVII–XVIII centuries : textbook. for 7 cells total. institutions. Saransk, Center ISI MSU N. P. Ogaryov, 2007, 200 p.
3. Karev N. A. Historical-philosophical and sociological etudes. SPb., 1899, 497 p.
4. Osovski E. G. Stories from the history of Mordovia. Saransk, Mordovian book. publishing house, 1983, 119 p.
5. Pasternak B. Poems : In 2 t. Leningrad, Soviet writer, 1990, t. 2, pp. 51–52.
6. Patriotic youth movement named after Admiral F. F. Ushakov. [Electronic resource]. URL: www.voskres.ru/info/sobinfo198.htm.
7. Studying of the Motherland. Introductory course to explore the history and culture of the Mordovian land: proc. for the 5th grade. obscheobrazovat. institutions. Saransk, Publishing. Center ISI MSU N. P. Ogarev, 2009, 143 p.
8. Dictionary of foreign words. N. G., 2006. [Electronic resource]. URL: [http://https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_fwords/passionarnost'](http://https://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_fwords/passionarnost).

Поступила 02.09.2017 г.

УДК 174:34(045)
 ББК 87.754

Виноградова Ирина Борисовна

доцент кафедры философии

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
 институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия
 virene82@mail.ru

СПРАВЕДЛИВОСТЬ КАК БАЗОВЫЙ ПРИНЦИП ЭТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЮРИСТА

Аннотация: В статье рассматривается этическая культура юриста как проблема профессиональной этики. Юрист представлен не только как профессионал процессуально-правового поля с целым рядом специфических требований, но и как личность, в деятельности которой любые правовые или нравственные ошибки могут оказаться фатальными. Научная область статьи расширяется до обсуждения таких проблем, как принцип справедливого правосудия, ответственность перед законом и людьми, профессиональная некомпетентность, принципиальность.

Ключевые слова: юрист, мораль, нравственность, закон, ответственность, справедливость, презумпция, долг.

Vinogradova Irina Borisovna

Docent of philosophy

Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

JUSTICE AS A BASIC PRINCIPLE OF THE ETHICAL CULTURE OF A LAWYER

Abstract: article considers the ethical culture of the lawyer as a problem of professional eth-

ics. The lawyer is presented not only as the participant of the procedural legal framework or the professional with specific requirements, but also as the personality, in activity which any legal or moral mistakes can be fatal. As a result, the scientific area of article extends to discussion of such problems as the principle of fair justice, liability for law and people, professional incompetence, adherence to principles.

Keywords: lawyer, morals, morality, law, responsibility, justice, presumption, duty

Мораль, этика и право являются тесно взаимодействующими сферами общественных отношений, они действуют совместно в территориально едином поле социальных связей. Юридические решения, основанные только на формальном применении «буквы закона» и принятые в отрыве от морально-психологического климата в обществе, не могут быть верными и справедливыми. В подавляющем большинстве случаев правовые нормы соблюдаются добровольно, поскольку они соответствуют нравственным представлениям граждан о справедливом и несправедливом.

Этическая культура юриста рассматривается как проблема в рамках одного из видов профессиональной этики – правовой (юридической) этики, наряду с культурой любой личности, действующей в правовом поле государства, общающейся с другим лицом, в том числе с юристом, по правовым вопросам. Однако поскольку юрист есть главное действующее лицо в системе «человек-право», правовая этика изучает особенности проявления моральных качеств юриста при исполнении им своих профессиональных полномочий. Как профессия, имеющая непосредственный контакт, общение с людьми, юридическая деятельность имеет ряд специфических черт. Эти черты указывают на повышенные моральные требования в данной сфере деятельности и связаны с тем, что «деятельность юриста влияет на судьбу человека, вторгается в его личную жизнь и затрагивает жизнь близких» [3, с. 3]. В этой деятельности ошибки и халатность следствия, недочеты, некомпетентность и недосмотры адвоката, принципиальность или наоборот – отсутствие оной у прокурора и судьи могут быть фатальными.

Именно поэтому в поле правовой этики рассматриваются не только ключевые вопросы конкретных областей правового знания, но и принцип справедливого правосудия, а также ответственность перед законом и людьми, долг перед соблюдением буквы закона и нравственное значение оценки доказательств по внутреннему убеждению, право судьи на ошибку. Юрист «не имеет права быть ни простым клерком, обреченным на рабское и скрупулезное следование всем пунктам существующего регламента, ни волшебником-недоучкой, бестолковость которого (...) становится причиной нелогичных и непредвиденных событий» [1, с. 2–3]. Понятия «справедливость», «долг», «ответственность», «достоинство», «честь» используются законодательством не просто как термины, эквивалентные неким юридическим конструкциям, а как реальные социальные ценности, перенесение которых в право необходимо для того, чтобы обеспечить их, кроме моральной, еще и юридической защитой.

Остановимся на их рассмотрении подробнее. Понятие справедливости – одно из главных этических измерений права. В связи с этим нельзя не согла-

ситься с изречением французского моралиста Л. Вовенарга, гласящим, что «нельзя быть справедливым, не будучи человечным» [8]. Само слово «юстиция» (*justitia*) по-латыни означает справедливость. Юрист, таким образом, есть представитель справедливости. Правовое выражение требования справедливости содержится во Всеобщей декларации прав человека, в том числе применительно к деятельности суда. Ст.10 Декларации гласит: «Каждый человек, для определения его прав и обязанностей и для установления обоснованности предъявленного ему уголовного обвинения, имеет право, на основе полного равенства, на то, чтобы его дело было рассмотрено гласно и с соблюдением всех требований справедливости независимым и беспристрастным судом» [2]. Справедливость является центром пересечения правовых и нравственных норм, что нашло отражение в понятии «правосудие», то есть «справедливое право», включающем в себя требования справедливого суда, справедливого приговора и справедливого наказания. Подчеркивая неразрывное единство справедливости и законности,

М. С. Строгович писал, что всякое решение, принимаемое органами государства, «должно быть законно и справедливо; более того, законным может быть только справедливое решение, несправедливость не может быть законной». В этой формуле правильно определено соотношение правового и нравственного в деятельности любого юриста. Всякое решение, всякое действие следователя, прокурора, судьи, если оно соответствует закону, его правильно понимаемой сущности, будет соответствовать нравственным нормам, на которых зиждется закон. Отступление от закона, обход его, искаженное, превратное толкование и применение по сути своей безнравственны. Они противоречат не только правовым нормам, но и нормам морали, профессиональной этики юриста. При этом безнравственны не только сознательные нарушения закона, но и неправильные, противозаконные действия и решения, обусловленные нежеланием глубоко овладеть необходимыми знаниями, постоянно их совершенствовать, неряшливостью, неорганизованностью, отсутствием внутренней дисциплины и должного уважения к праву, его предписаниям [5, с. 80–81].

Одним из элементов справедливого права является *принцип презумпции* (с лат. *praesumptio* – *предположение*) *невинности*, основанный на признании нравственного достоинства и ценности личности. Это одна из основополагающих аксиом правосудия. Лучше пусть 5, 10, 20 или 100 виновных людей окажутся на свободе, чем один невинный будет приговорен к смертной казни. Этот принцип является основой презумпции невинности. Как известно, он использовался еще в уголовном законодательстве Древнего Рима: «Все обвинители должны понимать, что они не вправе выдвигать обвинения до тех пор, пока они не будут подтверждены пристойными и надлежащими свидетелями или убедительными документами или обстоятельными доказательствами, которые будут иметь неоспоримую силу и будут яснее дня» [7]. Благородный Троян писал Юлиусу Фронтону, что «ни один человек не должен быть осужден в уголовном деле в его отсутствие, потому что лучше дать виновному уйти от наказания, чем осудить невинного» [7]. Гуманный смысл презумпции не-

виновности состоит в том, что подозреваемый не считается виновным, пока его вина не будет установлена в законном порядке.

Все сомнения в отношении доказанности обвинения, если их не представляется возможным устранить, толкуется в пользу обвиняемого. В нравственном отношении последствия презумпции невиновности заключаются в том, что обвиняемый не обязан доказывать свою невиновность. Безнравственно требовать от человека под угрозой неблагоприятных для него последствий опровергать выдвинутое против него обвинение. Обязанность доказывания обвинения лежит на обвинителе. Утверждать, что человек – преступник, не имея для этого достаточных доказательств – безнравственно, аморально. Еще в III в. н. э. римский юрист Павел сформулировал правило: *ei incumbit probatio, qui dicit, non qui negat* – доказывать обязан тот, кто утверждает, а не тот, кто отрицает [4, 47]. Это относится к любому, кто предъявляет человеку обвинение в преступлении, тем более, что в уголовном процессе речь идет о должностных лицах, облеченных властью, правомочных в связи с обвинением применять меры принуждения и настаивать на осуждении и признании человека преступником и его последующем уголовном наказании [3, с. 66].

Принцип свободной оценки доказательств по внутреннему убеждению означает, что судья (равно как и другие субъекты уголовного процесса: следователь, прокурор и т. п.) должен руководствоваться в определении силы доказательств не заранее предписанными формальными или легальными правилами, но только указаниями разума и голосом совести. Главной нравственной проблемой судьи является установление объективной истины. Достигается объективная истина только законными и высоконравственными средствами. За незаконные меры дознания предусмотрена уголовная ответственность. Некоторые нравственные чувства, как ненависть, презрение к преступникам, жалость, сострадание, милосердие к потерпевшим могут негативно сказаться в период искания истины. Многие следственные и судебные ошибки происходят в силу того, что закон и правосознание подменялись чувствами, превращая «страстное искание истины» в пристрастное.

Оценка доказательств базируется на объективном и всестороннем их рассмотрении всей совокупности и обстоятельств дела в целом. На оценку судьи не влияют напрямую другие лица или органы в предшествующих стадиях процесса или в пределах данной стадии. Наряду с юридическим и психологическим аспектами, данный принцип имеет и нравственный аспект. Нравственное значение оценки доказательств по внутреннему убеждению состоит в том, что за свое решение о доказанности или недоказанности обвинения и его последствиях судья несет ответственность перед своей совестью профессионала и человека. Суверенный в принятии решения, он отвечает нравственно за его правильность перед обществом, перед подсудимым, потерпевшим, другими участниками процесса, будучи связан с ними чувствами профессионального и человеческого долга, нравственными отношениями.

Вместе с тем, необходимо учитывать, что судья – такой же человек, с его достоинствами и недостатками. Он может ошибиться при оценке доказательств,

а следовательно, и при разрешении дела. Поэтому вопрос о праве судьи на ошибку вполне закономерен.

Ошибка в области морально-правовых отношений практически неизбежна. В уголовных делах найти истину крайне сложно, а иногда невозможно. С этим связан определенный риск судебных решений. Однако это не означает допустимости ошибок в судебной деятельности. Как отмечают компетентные правоведы, право на ошибку ниоткуда не вытекает ни в юридическом, ни в этическом отношении. Судебные ошибки были, имеются сейчас и с их возможностью приходится считаться в будущем. Но право судей на ошибку, равно как право на ошибку следователей и прокуроров... не существует. Судебная ошибка – это всегда нарушение законности. Право на ошибку в уголовном процессе – это аморальное, безнравственное представление, и оно может породить только дальнейшие нарушения законности и нравственности» [6, с. 118].

Однако отсутствие права на совершение ошибки не всегда означает невозможность совершить ее. Чтобы избежать обширных дискуссий вокруг достаточно сложной темы, обратимся к букве закона, согласно чему предусмотрен механизм, регламентирующий исправление ошибки. Предоставляя право на обжалование судебных постановлений в гражданском, административном и уголовном судопроизводстве, государство тем самым условно допускает возможность совершения судебных ошибок.

Таким образом, нравственные проблемы всегда сопровождают представителей юридической профессии. Люди, которым доверено в соответствии с законом разрешение социальных и межличностных конфликтов, несут повышенную нравственную ответственность за свои действия и решения.

Список использованных источников

1. Бержел, Ж.-Л. Общая теория права / Ж.-Л. Бержел ; под общ. ред. В. И. Даниленко. – М. : Nota Bene, 2000. – 576 с.
2. Всеобщая декларация прав человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://supercook.ru/decoration/zakon-dekl-prav-chelobeka.html>.
3. Кобликов, А. С. Юридическая этика / А. С. Кобликов. – М. : Юристъ, 1999. – 168 с.
4. Ларин, А. М. Презумпция невиновности / А. М. Ларин. – М. : «Наука», 1982. – 152 с.
5. Назаров, В. Н. Прикладная этика / В. Н. Назаров. – М. : Гардарики, 2005. – 302 с.
6. Проблемы судебной этики / Под ред. М. С. Строговича. – М. : Наука, 1974. – 272 с.
7. Самойленков, А. С. Презумпция невиновности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publex.ru/news/56>.
8. Соловьев В. С. Оправдание добра. Т.1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.odinblago.ru/soloviev_8/1.

References

1. Bergel, J.-L. General theory of law ; edited by Danilenko. Moscow, Nota Bene, 2000, 576 p.
2. Universal Declaration of Human Rights [Electronic resource]. URL: <http://supercook.ru/decoration/zakon-dekl-prav-chelobeka.html>.
3. Koblikov A. S. Legal Ethics. Moscow, Lawyer, 1999, 168 p.
4. Larin A. M. Presumption of Innocence. Moscow, Nauka, 1982, 152 p.
5. Nazarov V. N. Applied Ethics. Moscow, Gardariki, 2005, 302 p.

6. The problems of judicial ethics. Edited by Strogovich. Moscow. Nauka, 1974. 272 p.
7. Samoylenkov A. S. Presumption of innocence [Electronic resource]. URL: <http://publex.ru/news/56>.
8. Soloviev V. S. Justification of Good. [Electronic resource]. URL : http://www.odinblago.ru/soloviev_8/1.

Поступила 12.10.2017 г.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 372.862

ББК 30в6

Байнева Ирина Ивановна

кандидат технических наук, доцент

кафедра светотехники

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия

baynevaii@rambler.ru

РОЛЬ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация. Рассматриваются проблемы развития современного инженерного образования в России в соответствии с международными требованиями к выпускникам технических вузов. Рассмотрены актуальные тенденции в системе школьного образования в рамках организации инженерных классов. Описаны компетенции выпускников, вопросы организации занятий и планируемые результаты. Рассмотрены особенности 3D-моделирования в САПР КОМПАС-3D, а также 3D-сканирования и прототипирования моделей деталей.

Ключевые слова: инженерное образование, инженерный класс, техника, моделирование, подготовка, выпускник, университет, 3D-моделирование, модель, прототипирование.

Bayneva Irina Ivanovna

Candidate of technical Sciences, Docent

Department of lighting engineering

National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

THE ROLE OF ENGINEERING CLASSES IN THE MODERN SYSTEM OF TECHNICAL EDUCATION

Abstract. The problems of the development of modern engineering education in Russia are considered in accordance with international requirements for graduates of technical universities. The actual tendencies in the system of school education within the framework of the organization of engineering classes are considered. Describe the competencies of graduates, the organization of classes and the planned results. Features of 3D modeling in CAD KOMPAS-3D, as well as 3D-scanning and prototyping of parts models are considered.

Keywords: engineering education, engineering class, engineering, modeling, training, graduate, university, 3D-modeling, model, prototyping.

Введение

Развитие инженерного образования в России – приоритетная стратегическая задача. Экономика страны требует модернизации, промышленности необходимы квалифицированные инженерные кадры. Технологическая модернизация России недостижима без развития и совершенствования инженерного обра-

зования, которое должно базироваться на лучших традициях российской инженерной школы. Инженерное образование напрямую связано с системой формирования интеллектуального потенциала нации.

Проблема выявления и развития одаренных детей, реализации их потенциальных возможностей является одной из приоритетных задач современного общества. От её решения зависит интеллектуальный и экономический потенциал города, области, государства в целом. Учитывая тот факт, что образование сегодня является процессом непрерывным, формирование образовательных кластеров является актуальной задачей для инженерного образования любого региона.

Президентом РФ даны поручения сформировать систему профессиональной ориентации и предпрофессиональной подготовки обучающихся в общеобразовательных учреждениях для повышения их мотивации к последующей трудовой деятельности. Для этого должны быть предусмотрены следующие меры: повышения привлекательности обучения по образовательным программам высшего профессионального образования инженерного профиля; углубленной довузовской подготовки школьников по предметам естественно-научного и технологического цикла путем развития профильных классов и школ; развитие сети научно-технических и научных студенческих обществ, организации при естественно-научных и технических факультетах вузов школ (кружков); создание системы непрерывной подготовки инженерно-технических кадров по сопряженным профильным образовательным программам СПО и ВПО.

Стандарты и компетенции инженерного образования

В основу международных стандартов инженерного образования положены требования работодателя, характеризующиеся параметром «профессиональная компетентность» выпускника. Готовность к профессиональной деятельности определяется главным образом уровнем приобретенных компетенций.

На основе требований к компетенциям профессиональных инженеров сформированы международные требования к выпускникам технических вузов:

- знание инженерных наук (применение математики, естественных и фундаментальных инженерных наук, а также знаний в области специализации для концептуализации инженерных моделей);
- анализ инженерных задач (идентификация, постановка, исследование и решение комплексных инженерных задач с достижением результата за счет использования математических методов и методов инженерных наук);
- проектирование и разработка инженерных решений;
- исследования (проведение исследований комплексных инженерных задач, включая постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных, синтез информации, необходимой для достижения требуемого результата);
- использование современного инструментария (создание, выбор и применение соответствующих технологий, ресурсов и инженерных методик, включая прогнозирование и моделирование, для ведения комплексной инженерной деятельности);
- индивидуальная и командная работа;

- коммуникация (написание отчетов, создание документов, презентация материалов, выдача и прием ясных и понятных инструкций);
- инженер и общество;
- этика (приверженность профессиональной этике и ответственности, нормам инженерной практики);
- обучение в течение всей жизни (осознание необходимости и способность к обучению в течение всей жизни).

Многие компетенции из данного перечня являются метапредметными, личностными и эффективно могут быть освоены человеком в период его обучения в школе. Отсюда следует вывод о необходимости разработки школьных программ инженерного образования, результатом реализации которых будет подготовка выпускников, освоивших на высоком уровне профильные дисциплины (математика, физика, естествознание) и владеющих метапредметными компетенциями. Для этого необходимо разработать новую модель школьного образования «инженерный класс».

Главным результатом, который должен быть достигнут выпускником инженерного класса, должно стать формирование компетенций выпускника средней школы, обеспечивающие возможность получения инженерного образования. Ключевыми компетенциями выпускника «инженерного класса» должны стать коммуникативные (метапредметные) компетенции:

- работать индивидуально и в команде, формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение, развитие лидерских качеств;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);
- мотивированная готовность продолжить образование в высшем учебном заведении;
- осознание необходимости и способность к обучению в течение всей жизни;
- создание системы формирования профессиональной направленности и осознанного выбора дальнейшей образовательной траектории;
- формирование системного мышления путем установления межпредметных связей.

Инженерные классы в системе образования

Инженерные классы – новая актуальная тенденция в системе обновляющегося школьного образования, предполагает модель обучения, основанную на формировании компетенций будущего инженера, что соответствует требованиям нового государственного стандарта.

Для формирования базовых компетенций обучающихся специализированного инженерного класса могут быть использованы как традиционные учебные предметы, обеспечивающие профильную специализацию: математика, информатика и ИКТ, технология, физика, так и новые предметы, решающие задачу поддержки и расширения профильной специализации: робототехника и конструирование, программирование в различных средах, проектная и исследовательская деятельность.

Главное отличие инженерных классов от обычных: в технологии и содержании образования. Оно реализуется через сетевое взаимодействие, направленное на работу с вузами, предприятиями, работу в лабораториях научно-исследовательских институтов, исследованиях и проектах (практическая составляющая). Система специализированных классов не только способствует решению проблемы недостатка специалистов технического направления, но и усиливает общее образование за счет применения новых методик и современного оборудования.

Инженерные проекты требуют участия вузов, но еще лучше, когда есть взаимодействие школа – вуз – предприятие. Это позволит школьникам оказаться в современных лабораториях, пройти производственную практику.

В рамках реализации Программы действий Правительства Республики Мордовия на 2017 год начинается реализация проекта «Инженерный класс» [1]. Образовательные учреждения Мордовии стараются идти в ногу со временем: сначала в школах появились секции по робототехнике и моделированию, затем был создан Детский технопарк, а сейчас открываются инженерные классы. В этом году инженерные классы или классы информационно-технологического профиля появились в трех городских лицеях: №4, 7, 43.

Организация занятий в инженерных классах при институте электроники и светотехники

МГУ имени Н. П. Огарева, в частности, институт электроники и светотехники, активно участвует в реализации проекта «Инженерный класс». Он привлекает к программе свой профессорско-преподавательский состав, участвует в организации дополнительного обучения школьников по ряду предметов, разработке дополнительных образовательных программ, элективных курсов, проводит занятия в кружках по робототехнике и 3D-моделированию.

Основные цели и задачи образовательной деятельности инженерного класса: создание условий для мотивации детей на получение в дальнейшем инженерного образования, подготовка их к поступлению в ВУЗ и вовлечение в научную деятельность путем организации проектно-ориентированной работы в рамках инженерного класса.

Внеурочная деятельность в специализированных классах предполагает наличие обязательных предметов и предметов по выбору обучающихся, включая программирование, робототехнику, прикладные курсы по математике, физике, исследовательскую и проектную деятельность, инженерное дело и техническое творчество.

Организация работы в инженерных классах включает:

- посещение института электроники и светотехники с целью ознакомления с направлениями деятельности на кафедрах и в лабораториях;
- посещение профильных предприятий Республики Мордовия для ознакомления со структурой и организацией производства;
- проведение адаптированных лекций преподавателями по интересующим школьников тематикам;

- помощь школьникам при поиске, выборе и обсуждении возможных тем проектных работ с привязкой к школьным предметам;
- подготовка и защита разработанных проектов и научно-исследовательских работ на конференциях и семинарах.

В программу обучения также входят практические занятия направлениям:

- 3D-моделирование;
- светотехника;
- автоматика и робототехника;
- современные информационные технологии (в том числе в светотехнике);
- практические навыки по 3D-моделированию, современным информационным технологиям;
- возможность своими руками выполнить проект от чертежа до создания реального объекта.

Кроме того, ведущие кафедры института организуют занятия школьников в кружках по робототехнике и 3D-моделированию, экскурсии на предприятия инженерной направленности, профориентационные мероприятия.

Обучение осуществляется в специализированных лабораториях института электроники и светотехники, лабораториях 3D-сканирования и прототипирования, компьютерных классах с современным программным обеспечением (САПР КОМПАС-3D, AutoCAD, 3DS Max, Dialux), центре коллективного пользования «Светотехническая метрология».

Планируемые результаты: освоение технологии решения творческих задач, моделирования, конструирования, прототипирования и программирования; овладение основными алгоритмами и опытом проектно-исследовательской инженерной деятельности; формирование положительного общественного мнения о престижности профессии инженер.

Учащиеся получают возможность побывать на самых интересных предприятиях, на конкретных примерах познакомиться с основами будущей профессии.

Особенности 3D-моделирования в САПР КОМПАС-3D

Современному инженеру особенно важно иметь практические навыки по 3D-моделированию в его предметной области [2-5]. Рассмотрим это на примере занятий в инженерном классе по 3D-моделированию в САПР КОМПАС-3D.

Целью работы является выполнение чертежа предложенной детали, ее 3D-модели, отдельные элементы которой выполняются с помощью библиотеки, а также выбор материалов и задание параметров МЦХ детали. Закрепление полученных навыков осуществляется на примере выполнения 3D-модели светодиодного модуля.

Методические рекомендации к 3D-моделированию в САПР КОМПАС-3D.

1. Выполните деталь в двух плоскостях (рис. 1). Для этого воспользуйтесь следующими командами.

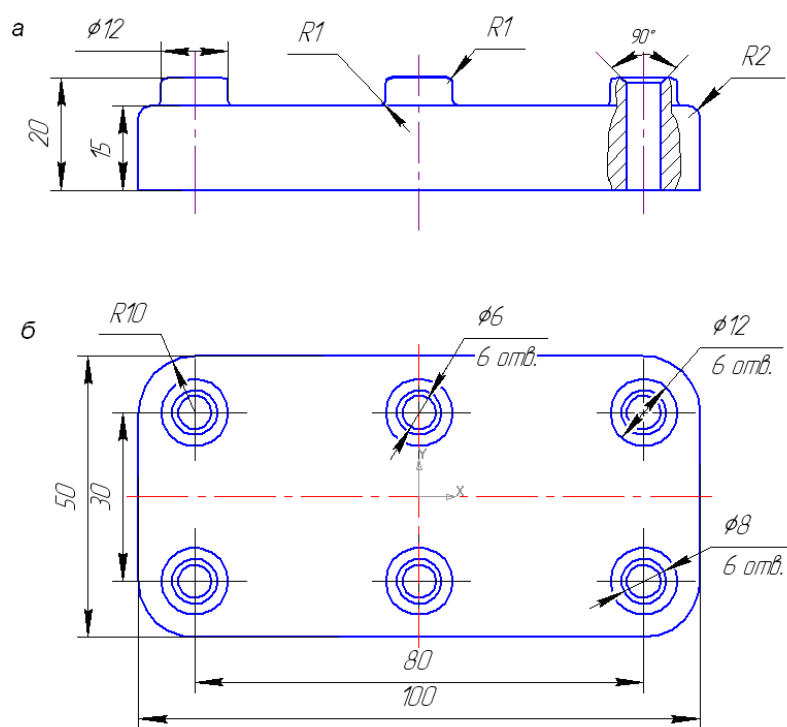


Рис. 1. Чертеж детали

Прямоугольник по центру и вершине (расположив начало координат в центре прямоугольника).

Отверстие на виде сбоку выполнить с помощью библиотеки КОМПАС. Для этого выбрать команду Библиотеки-Гладкие отверстия-Сквозное отверстие с фаской и установить параметры (рис. 2).

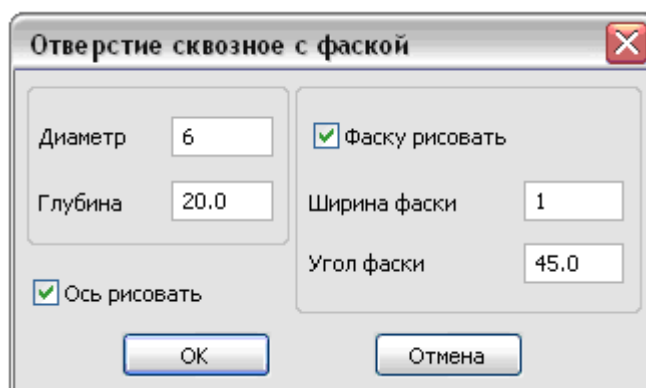


Рис. 2. Выполнение отверстия с фаской

Копия по сетке (для выполнения остальных бобышек и отверстий). Для этого укажите базовую точку выделенных объектов или введите ее координаты. Ввод кривой Безье для оформления местного разреза.

Выполните штриховку. КОМПАС выполняет штриховку только замкнутых областей, поэтому начальные и конечные точки кривой для формирования замкнутых областей необходимо вводить с использованием привязки Точка на кривой.

Проставьте все основные размеры.

2. Выполните 3D-модель детали (рис. 3). Для этого воспользуйтесь следующими командами.

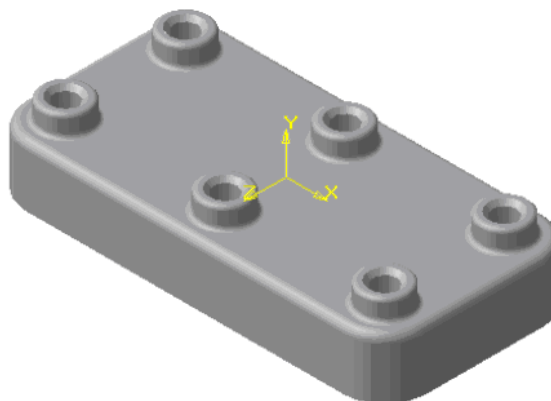


Рис. 3. 3D-модель детали

Для построения пространственной модели нажмите кнопку *Новая деталь*. Отредактируйте в Дереве построений название модели.

Для построения основания – прямоугольного параллелепипеда активизируйте *Горизонтальную* плоскость.

Установите ориентацию детали *Вид сверху*. Выполните Главное меню>Операции>Эскиз. Система перейдет в режим редактирования эскиза.

Выполните прямоугольник со сторонами 100 мм и 50 мм и скругления радиусом R10. Активизируйте операцию *Выдавливание*.

Установите параметры выдавливания – *Прямое на расстояние 15 мм*. Установите ориентацию *Изометрия*.

Для выполнения бобышек укажите верхнюю плоскость построенного основания и перейдите в режим редактирования эскиза, нажав кнопку *Эскиз*.

Командой *Окружность* выполните окружность радиусом 12 мм с координатами центра (-40, -15). Завершите выполнение эскиза и командой *Выдавливание* (на расстоянии 5 мм) создайте бобышку.

Выполните радиусы скруглений с помощью команды *Фаска*.

Выполните в бобышке отверстие, воспользовавшись библиотекой отверстий. Для этого укажите верхнюю плоскость на бобышке.

Выберите необходимое отверстие: *Библиотеки-Гладкие отверстия* (рис. 4).

Выполните копирование бобышек с отверстиями и скруглениями командой *Копия по сетке*.

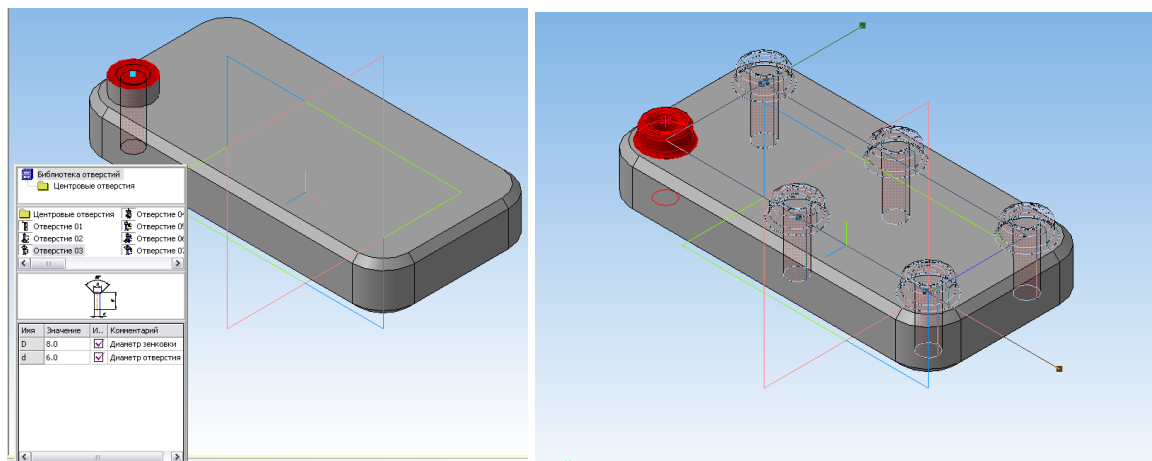


Рис. 4. Выполнение отверстий

3. Выполните выбор материалов и задание массо-центровочных характеристик модели.

При работе с деталью можно выбрать материал, из которого она должна изготавливаться, а также указать способ расчета массо-центровочных характеристик (МЦХ) – по плотности или по массе. Для выбора материала служит панель *Материал*.

Значение плотности можно выбрать из имеющегося списка или ввести вручную (рис. 5).

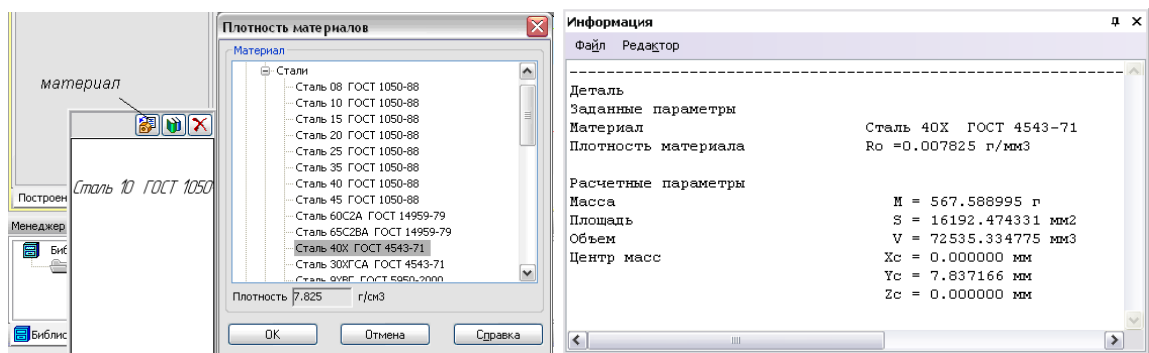


Рис. 5. Расчет МЦХ модели детали

Для закрепления навыков работы в САПР КОМПАС-3D школьникам предлагается выполнить индивидуальное задание – 3D-модель светодиода (рис. 6).

Особенности 3D-сканирования и прототипирования

Возможность быстро и легко создавать физические прототипы трёхмерных моделей новых изделий значительно ускоряет процесс их разработки. При этом создается физический объект (прототип) с помощью трехмерного принтера (3D-принтера). В лабораториях института школьники знакомятся с принципами сканирования и распечатки моделей деталей с помощью 3D-сканера и 3D-принтера. Для ознакомления с этим оборудованием школьники выполняют модель детали в КОМПАС-3D.

Далее необходимо выполнить экспорт геометрии в формат STL или WRL. Это форматы файла, широко используемые для хранения трехмерных моделей объектов для использования в технологиях быстрого прототипирования, обычно, методом стереолитографии. В КОМПАС-3D имеется диалог настройки параметров сохранения в Stl – диалог *Параметры экспорта Stl*. В формат STL существующие в модели поверхности передаются в виде многогранных поверхностей с треугольными гранями (триангуляция). В диалоге настраиваются параметры триангуляции (рис. 7).

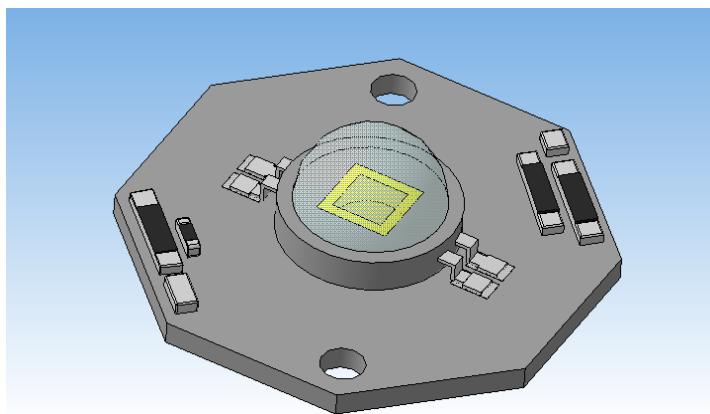


Рис. 6. Модель светодиода в КОМПАС-3D

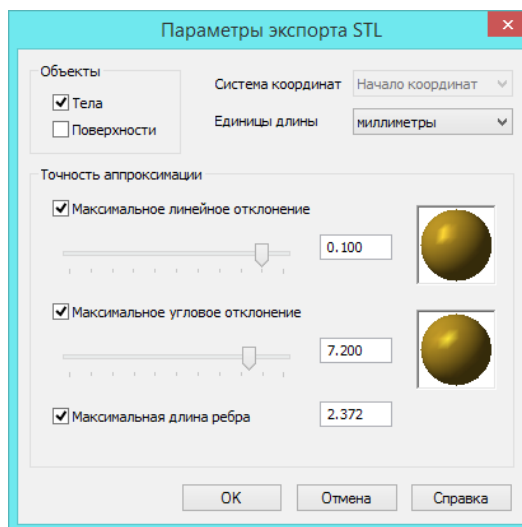


Рис. 7. Параметры экспорта Stl

Полученный файл открывается в специальной программе – слайсере, которая обслуживает 3D-принтер. Формируется G-код – набор команд по созданию 2D-изображений (сечений) каждого слоя детали в плоскости, перпендикулярной оси Z, который затем направляется на 3D-принтер. Здесь осуществляется послойное «выращивание» трёхмерной модели в рабочей камере, после чего готовая модель извлекается из принтера.

Список использованных источников

1. Известия Мордовии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izvmor.ru>.
2. Байнева, И. И. Моделирование оптических систем осветительных приборов в научно-исследовательской работе магистров / И. И. Байнева // Учебный эксперимент в образовании. – 2017. – № 2 (82). – С. 64–72.
3. Байнева, И. И. Информационные технологии в моделировании оптических систем осветительных приборов / И. И. Байнева // Информатизация образования и науки. – 2017. – № 2 (34). – С. 15–23.
4. Bayneva, I. I. Features of optical modeling in educational and scientific activity / I. I. Bayneva // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – 9(1S). – P. 41–48.
5. Байнев, В. В. Компьютерное моделирование и расчет светодиодных модулей / В. В. Байнев // Полупроводниковая светотехника. – 2017. – № 2 (46). – С. 62–66.

References

1. News of Mordovia. Electronic resource. URL : <https://izvmor.ru>.
2. Bayneva I. I. Modeling of optical systems of lighting devices in the research work of masters. Uchebnyj experiment v obrazovanii, 2017, no. 2 (82), pp. 64–72.
3. Bayneva I. I. Information technologies in modeling of optical systems of light devices. Informatization of Education and Science, 2017, no. 2 (34), pp. 15–23.
4. Bayneva I. I. Features of optical modeling in educational and scientific activity. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 2017, 9(1S), pp. 41–48.
5. Baynev V. V. Computer modeling and calculation of LED modules. Semiconductor lighting engineering, 2017, no. 2 (46), pp. 62–66.

Поступила 12.10.2017 г.

УДК 517.98(045)
ББК 22.162р

Жаркова Юлия Сергеевна

доцент кафедры математики и методики обучения математике
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия
sss-ulia@mail.ru

Пантюшина Наталия Сергеевна

студентка физико-математического факультета
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия
pantuschina.natalia@yandex.ru

**ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
ВУЗОВ МЕТОДАМ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

Аннотация. Обосновывается актуальность преподавания элементов функционального анализа в педагогическом вузе, в школьном курсе математики. Рассматриваются типы задач, решение которых основывается на методах функционального анализа.

Ключевые слова: функциональный анализ, функция, множество, отображение, операции над множествами.

Zharkova Julia Sergeevna

candidate of physico-mathematical Sciences, Docent
Department of mathematics and methods of teaching mathematics
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

Pantyushina Nataliya Sergeevna

student of physics and mathematics faculty
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

PECULIARITIES OF TRAINING OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY TO METHODS OF FUNCTIONAL ANALYSIS

Abstract. The article proves the urgency of teaching the elements of functional analysis in the pedagogical university, in the school course of mathematics. The types of problems whose solution is based on methods of functional analysis are considered.

Keywords: functional analysis, function, set, mapping, operations on sets.

Функциональный анализ можно рассматривать как отдельное направление в современной математике, характеризующееся высокой степенью абстракции, которое основано на методах математического анализа и линейной алгебры. Однако абстрактные объекты, такие как мера, измеримая функция, интеграл Лебега, линейное пространство, позволяют оптимизировать методы математического анализа в решении некоторых классов задач, в частности, дифференциальных и интегральных уравнений. Поэтому является актуальным овладение учащимися педагогического вуза специфическими методами решения задач. Как отмечается в работе Л. С. Капкаевой, в связи с изменением парадигмы образования и стандартов ФГОС «изменяются и сами методы обучения, в частности, усиливается их взаимосвязь с методами науки, которую представляет данный учебный предмет» [1, с. 27].

Отдельные разделы функционального анализа включают в себя сведения о числовых множествах, функциях, методах решения уравнений и неравенств с одним неизвестным: рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических, тригонометрических. В связи с этим можно рассматривать изучение методов функционального анализа и как средство профильного обучения учащихся основной школы, как отмечается в работе Ульяновой И. В., важно «формирование у них понимания математического анализа как инструмента исследования и решения профессиональных задач» [3, с. 35].

Однако в связи с большой степенью абстрактности понятий функционального анализа, обучение его методам имеет некоторые сложности. Среди задач, решаемых методами функционального анализа, можно выделить исследовательские задачи, решаемые методами теории функций действительного переменного, например, задачи, основанные на понятии и свойствах метрического пространства. Определение метрики как расстояния между точками пространства (плоскости, прямой), будет понятным и для школьников, если рассмотреть метрику как расстояние между двумя точками числовой прямой, или двумя точками плоскости, пространства. Соответственно, норма тогда будет иметь смысл модуля числа или длины вектора, заданного своими координата-

ми, скалярное произведение можно рассмотреть как произведение векторов. Вещественное число также относится к основным объектам математического анализа. В школьной математике уделяется большое внимание работе с рациональными числами, хотя само понятие множества вещественных чисел в школьной программе не раскрывается. В связи с этим актуальным является обучение школьников методам решения задач, выходящим за стандартную школьную программу. Приведем примеры подобных задач, в частности, рассмотрим задачи, основанные на свойствах биективных отображений между множествами и операций над множествами.

Задание 1. Установить взаимно-однозначное соответствие между множествами $[0; 1]$ и $[a; b]$.

Отображение осуществляется с помощью прямой: $y = Cx + D$.

Отобразим концы интервалов: точку $x = 0$ в точку $y = a$, $x = 1$ в $y = b$.

$$\begin{cases} D = a \\ C + D = b \end{cases}, \text{ т. е. } y = (b-a)x + a.$$

Задание 2. Установить взаимно-однозначное соответствие между множествами $(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2})$ и \mathbb{R} .

Функция $\varphi(x) = \operatorname{tg}x$ ставит каждой точке интервала $(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2})$ единственную точку числовой прямой.

Задание 3. Установить взаимно-однозначное соответствие между множествами $(a;b)$ и $(c;d)$.

Взаимно-однозначное отображение определяется формулой:

$$f(x) = \frac{d-c}{b-a}(x-a) + c.$$

Задание 4. Построить график функции и множества $A \cap B$, $A \cup B$, $A \Delta B$.

$$A = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: |x| + |y| \leq 2\}, B = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: \max(|x|, |y|) \geq 1\}.$$

$$A = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: x + y^2 \leq 2\}, B = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: y \geq x^2 + 1\}.$$

Для решения последнего задания необходимо применить умения построения графиков функций, анализа свойств модуля, преобразования функций.

Задание 5. Вставьте между множествами символ \subset или \in так, чтобы получилось истинное утверждение: $\{1\} \{1, \{1, 2\}\}$; $\{1, 2\} \{1, 2, \{1\}, \{2\}\}$; $\{1, 2\} \{1, 2, \{1, 2\}\}$.

Задание 6. Перечислите элементы каждого из следующих множеств: $\{x: x \in \{1\}\}$; $\{x: x \in \{1, 2, 3\}\}$; $\{x: x \in \{\emptyset\}\}$.

Задание 7. Докажите следующие тождества: 1) $(A \setminus B) \cup (A \cap B) = A$;

2) $(A \cap B) = (A \cup B) \cap A$.

Задание 8. Найти множество, на которое отображает множество X каждая из следующих функций, для каждой функции найти график отображения и построить его:

1) $f(x) = x^2, X = [-1; 2]$;

- 2) $f(x) = |x|, X = [-1; 2]$;
 3) $f(x) = \frac{x}{2x-1}, X = [0; 1]$;
 4) $f(x) = \sin \pi x, X = [0; 3/4]$;
 5) $f(x) = \log_3 x, X = [1/3; 27]$;
 6) $f(x) = \sqrt{x - x^2}, X = [0; 1]$.

Интересными и доступными для школьников профильных классов будут задания: установить взаимно-однозначное соответствие между множествами $(a; b)$ и R ; R_+ и R_- ; нечетными натуральными числами и четными натуральными числами.

Можно выделить некоторые понятия функционального анализа, пересекающиеся с понятиями элементарной математики: виды множеств, числовые бесконечные множества, модуль числа и соответствующие задачи.

Задание 9. Доказать, что $\sqrt{7}$ – иррациональное число.

Задание 10. Запишите число $12,0(006)$ в виде обыкновенной несократимой дроби.

Задание 11. При каких целых значениях n дробь $\frac{3n-1}{n+2}$ является натуральным числом?

Основным понятием теории функций действительного переменного является понятие функции, а также сопутствующие понятия аргумента, области определения, множества значений функции. Школьникам необходимо также знать способы задания и свойства функций. Приведем примеры задач, требующих также умения решать тригонометрические, показательные неравенства и уравнения.

Задание 8. Найти область определения функции $f(x) = \sqrt[6]{1 - 4^{x^2} \cdot 16^x}$.

Задание 9. Найти множество значений функции

$$f(x) = \frac{1}{7}(16 \sin^2 x - 8 \sin x + 13).$$

Задание 10. Найти нули функции

$$f(x) = 4 \cos 2x - \frac{\sqrt{3}}{\sin 2x}.$$

Задание 11. Решить уравнение $|x^2 - 2x - 7| = 4$.

Владение приемами решений задач последних типов необходимо учащимся для решения некоторых заданий второй части ЕГЭ по математике, например, тригонометрических, логарифмических и показательных уравнений и неравенств (задания 13, 15). Приемы решения задач с модулем необходимо для решения задач ЕГЭ с параметрами (задание 18).

Дисциплины, основанные на методах функционального анализа, обеспечивают подготовку студентов по одной из фундаментальных математических дисциплин, являющейся мощным орудием исследования многих задач естествознания и техники. При изучении дисциплины используются понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, высшей алгебры, а

также элементы теории функций комплексного переменного и функционального анализа. Приведем примеры основных типов заданий, решаемых методами функционального анализа и теории действительного переменного.

Задание 12. Проверить, является ли множество натуральных чисел метрическим пространством с метрикой $\rho(x, y) = 1 + 1/(m + n)$, если $\rho(x, y) = m \neq n$, и $\rho(x, y) = 0$, если $\rho(x, y) = m = n$.

Для решения подобных заданий необходимо знать аксиомы метрики, определения, примеры метрических пространств, основные неравенства математического анализа.

Задание 13. Определить, сходится ли последовательность в пространстве l^p , если $x_{nk} = 1/nk$.

Для решения задания необходимо владеть методами нахождения пределов последовательностей, вычисления производной и определения экстремума функций нескольких переменных.

Задание 14. Определить, можно ли в пространстве $C_1[a, b]$ принять за норму $\|x(t)\| = \max|x(t)|$.

Задание на знание аксиом нормированного пространства и применение неравенств. Следующие задание требует знаний о свойствах линейных функционалов, свойствах интегралов и умения применять неравенства, в частности, неравенство Гельдера.

Задание 15. Доказать, что функционалы в пространстве $C[-1, 1]$ линейны, непрерывны и найти нормы: $f(x) = \sum_{k=1}^n \alpha_k x(t_k)$; $f(x) = \int_{-1}^1 x(t) dt - x(0)$.

Также полезными для развития исследовательских навыков будут принцип сжимающих отображений, вычисление интегралов Стильтьеса, Лебега и другие задания. Итак, можно сделать вывод – преподавание элементов функционального анализа позволит привить навыки пользования необходимой математической терминологией и аналитическими умениями, развить научное мышление и учебно-научную речь учащихся.

Изучение элементов функционального анализа в вузе будет стимулировать самостоятельную деятельность по освоению содержания дисциплины, позволит учащимся овладеть специальными компетенциями, основными положениями классических разделов математической науки, системой основных математических структур и аксиоматическим методом.

Список использованных источников

1. Капкаева, Л. С. Особенности математической подготовки бакалавра по направлению «Педагогическое образование» / Л. С. Капкаева // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 3. – С. 26–34.
2. Куркин, А. А. Элементы школьного курса математики в упражнениях и задачах / А. А. Куркин [и др.]. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 242 с.
3. Ульянова, И. В. Задачи как средство обучения учащихся профильных классов началам математического анализа / И. В. Ульянова, Т. В. Любимцева // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 1. – С. 31–35.
4. Филимоненкова, Н. В. Инновационные технологии обучения функциональному

анализу в техническом вузе / Н. В. Филимоненкова // Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. – Воронежский гос. лесотехн. университет им. Г.Ф. Морозова. – Воронеж. – 2014. – Т. 4(1). – № 2. – С. 145–150.

References

1. Kapkaeva L. S. Peculiarities of mathematical training of the bachelor in the direction of «Pedagogical education». Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2016, no. 3, pp. 26–34.
2. Kurkin A. A. Elements of the school course of mathematics in exercises and tasks. Nizhegorod. state. tech. un-t them. R. E. Alekseeva. Nizhny Novgorod, 2014, 242 p.
3. Ulyanova I. V., Lyubimtseva T. V. Problems as a means of teaching students of profile classes the beginnings of mathematical analysis. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2016, no. 1, pp. 31–35.
4. Filimonencova N. V. Innovative technologies for teaching functional analysis in a technical college. Actual directions of scientific research of the XXI century : theory and practice. The Voronezh state forestry University of G. F. Morozov. Voronezh, 2014, vol. 4 (1), no. 2, pp. 145–150.

Поступила 10.10.2017 г.

УДК 37.016:51(045)
ББК 22.1р

Ладошкин Михаил Владимирович

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедра математики и методики обучения математике
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия
m01051977@mail.ru

Ходырева Надежда Владимировна

студентка, физико-математический факультет
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия

ОБУЧЕНИЕ РЕШЕНИЮ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЕДИНОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

Аннотация. В статье рассматриваются методика обучения решению тригонометрических и сводящихся к ним уравнений при подготовке к Единому государственному экзамену по математике. Рассматриваются основные особенности актуализации знаний по тригонометрии при подготовке к итоговой аттестации. Выделяются основные типы заданий и описываются методики определения типа уравнения и способы его решения. Предлагаются способы предупреждения основных ошибок, допускаемых при решении таких уравнений.

Ключевые слова и фразы: тригонометрические уравнения, подготовка к ЕГЭ, предупреждение ошибок, методика обучения математике.

Ladoshkin Mikhail Vladimirovich

Candidate of physico-mathematical Sciences, Docent
Department of mathematics and methods of teaching mathematics
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

Khodyreva Nadezhda Vladimirovna
Student, Physics and mathematics faculty
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

TRAINING TO SOLVE TRIGONOMETRIC EQUATIONS IN PREPARATION FOR THE EXAM

Abstract. The article discusses methods of teaching the solution of trigonometric and reduces them to equations in preparation for the Unified state exam in mathematics. Discusses the main features of actualization of knowledge in trigonometry in preparation for final certification. Basic types of tasks and describes the methods of determining the type of equation and methods for its solution. There are ways to prevent major mistakes made when solving those equations.

Keywords: trigonometric equations, preparing for the exam, prevention of errors, methods of teaching mathematics.

Актуальность выбранной темы. Тригонометрические уравнения – один из тех элементов Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по математике, которые присутствуют в нем с момента введения процедуры итоговой государственной аттестации.

По результатам анализа результатов ЕГЭ, задание 13, предполагающее решение тригонометрического уравнения, верно выполнили около 36 %, еще примерно 9 % допустили ошибки при решении, которые привели к получению одного первичного балла [1]. Данный процент вдвое выше, чем количество решивших любое из шести других заданий с развернутым ответом. Приведенные данные свидетельствуют как минимум о двух вещах. Во-первых, тригонометрические уравнения являются наиболее легкой для усвоения темой из рассматриваемых во второй части ЕГЭ. У большого количества школьников сформированы навыки их решения. Во-вторых, к решению приступает менее половины школьников, решающих задания с развернутым ответом, что, очевидно, не соответствует их желаемым образовательным результатам. Напомним, что получение 60 баллов по ЕГЭ, что является пороговым значением, установленным для среднего балла абитуриентов при мониторинге вузов, дает школьнику гораздо большие возможности для выбора вузов, а для получения такого результата необходимо как минимум начать решать задания с развернутым ответом (при условии верного выполнения части с краткими ответами).

Хотя рассмотрению вопросов решения тригонометрических уравнений уделяется достаточное время в 10 классе, о чем существует большое количество разработок, имеется проблема с подготовкой школьников непосредственно к ЕГЭ, что осуществляется в 11 классе в рамках элективных курсов или факультативных занятий. Подготовка в 11 классе имеет свои особенности, одной из которых является необходимость получить результат за короткое время, что создает трудности в определении методов работы и выборе ее форм.

Методика обучения решению тригонометрических уравнений при подготовке к ЕГЭ по математике. При подготовке школьников к решению задания 13 Единого государственного экзамена по математике мы выделим следующие

этапы, которые в целом соответствуют традиционному порядку изучения математических разделов.

Выделение базовых знаний и умений, которые необходимы школьнику для решения задачи 13и проверка сформированности у школьника навыка их использования.

К таким навыкам относятся:

1) решение простейших тригонометрических уравнений вида $y = \sin x$, $y = \cos x$, $y = \operatorname{tg} x$;

2) знание основных тригонометрических формул и умение их применять для преобразования выражений;

3) умение выполнять алгебраические преобразования (вынесение общего множителя, группировка слагаемых, решение квадратных и приводящихся к ним алгебраических уравнений).

Проверку владением школьниками данными навыками можно осуществить либо в рамках самостоятельной работы, либо, если у учителя существует представление об уровне обученности школьников, то путем опроса школьников с вызовом к доске одного или двух и решением простейших заданий.

По результатам данной актуализации знаний возможна их коррекция. В частности, при решении простейших тригонометрических уравнений необходимо сформировать умение не только пользоваться готовыми формулами, включающими обратные тригонометрические функции, но и разделить решение на две части, каждая из которых соответствует одной из точек из интервала $[-\pi; \pi]$. Для этого для решения лучше использовать единичную окружность, владение навыками работы с которой поможет затем школьнику при отборе корней.

Следует отметить, что при подготовке к ЕГЭ необходимо выделить один способ решения и добиваться устойчивого навыка владения именно им. Кратко познакомив школьников со всеми способами, необходимо сконцентрировать их внимание на каком-либо одном, дабы с наибольшей пользой использовать время для подготовки.

Говоря о знании тригонометрических формул, особое внимание следует уделить формулам двойного угла, основного тригонометрическое тождество и формулам приведения. Навыки преобразований с использованием этих формул у школьников обычно сформированы еще в 10 классе и требуют лишь актуализации. Необходимо уделить внимание выводу формул приведения с помощью правила, а не путем заучивания, поскольку в реальных условиях ЕГЭ вероятна ошибка воспроизведения конкретной формулы.

Рассматривая алгебраические преобразования, следует уделить внимание решению квадратных уравнений с *иррациональными* коэффициентами. Данному виду уравнений отводится немного времени при изучении соответствующей темы в основной школе. Кроме того, следует повторить основные формулы сокращенного умножения и метод разложения на множители и группировки.

В целом, актуализация знаний должна занять не более одного урока, в идеале – минут 30 (при использовании фронтального опроса либо выборочного решения задач с последующим комментированием).

Следующим этапом подготовки является *классификация задач ЕГЭ, сводящихся к решению тригонометрических уравнений*.

Одним из основных методов решения задач является классифицирование задачи и ее решение по заранее известному алгоритму, заданному для данного типа. Данный метод является одним из основных для решения заданий ЕГЭ (по крайней мере, первых 13). Подобный прием для задачи 5 (теория вероятности) уже был описан одним из авторов в [2]. В случае тригонометрических уравнений классификация не такая простая, алгоритмы решения в каждом случае не столь детерминированы, как в случае задач по теории вероятностей ЕГЭ, однако для задачи 13 можно выделить основные типы заданий. Следует отметить, что если тригонометрическое уравнение не удалось сразу классифицировать, то необходимо применить либо тригонометрические формулы, либо формулы приведения.

1. *Уравнения, сводящиеся к квадратным уравнениям заменой тригонометрической функции на параметр*. Данный тип уравнений является одним из наиболее простых для решения и одним из наиболее изученных школьниками. Согласно основным школьным учебникам алгебры 10 класса большинство примеров тригонометрических уравнений относятся именно к данному типу. Следует отметить, что сначала необходимо начать подготовку с простейших уравнений, в которых замена происходит без предварительного применения основных формул, и лишь затем перейти к использованию формул. Основными формулами, применяемыми в этом типе уравнений, являются формулы двойного угла (прежде всего, косинус двойного угла), основное тригонометрическое тождество, а также формулы приведения. Отличительным признаком такого уравнения является наличие тригонометрической функции в первой степени, при этом двойственная функция должна находиться либо во второй степени, либо присутствует функция двойного аргумента. Рассмотрение уравнения следует с выбора той функции, которую надо заменить на параметр. Таковой обычно является функция, которая присутствует в первой степени в уравнении, на что и следует обратить внимание школьника. Системой вопросов необходимо сформировать умение выделять заменяемую функцию. Отметим, что в настоящее время в реальных заданиях ЕГЭ такой тип уравнения в чистом виде редок вследствие его простоты. Тем не менее, к уравнениям данного типа сводятся и более сложные типы заданий.

2. *Уравнения, решаемые разложением на множители*. К данному типу относятся уравнения, в которых после применения формул появляется общий множитель, который возможно вынести за скобки. Отличительным признаком данных уравнений является наличие более чем двух слагаемых, содержащих различные тригонометрические функции, возможно и различных аргументов. Школьнику необходимо задать вопросы о количестве одночленов, содержащих тригонометрические функции. Преобразование выражений в данном случае

имеет смысл вести с использованием формул как двойного угла, так и формул замены суммы на произведение. Необходимо задать школьнику вопросы о возможности применить ту или иную формулу. При этом необходимо учить выявлять общий множитель в каждом из одночленов, либо группировать слагаемые. Следует заметить, что в некоторых случаях один из сомножителей после разложения может представлять собой квадратное уравнение относительно одной из тригонометрических функций.

3. *Уравнения, решаемые использованием формул приведения.* Проверка знания формул приведения и умения их применять является обязательным в ЕГЭ. Не всегда эти навыки проверяются в задании 13, однако есть задачи, решаемые данным приемом. Необходимо привести все функции к одному аргументу, используя как формулы приведения, так и свойства периодичности функции. В данном случае после преобразования выражения возможно получение уравнение одного из ранее рассмотренных видов.

4. *Уравнения, имеющие ограничения по области допустимых значений аргумента.* Отличительной особенностью заданий данного вида является наличие тригонометрической функции под знаком корня или в знаменателе. Следует сразу задать школьнику вопросы о наличии такого рода выражений в условии задачи. Ограничения, накладываемые положительностью подкоренного выражения и отличием от нуля знаменателя, в данных заданиях приводят к сужению решения. Именно для решения заданий подобного рода от школьника и требуется умение разделить решение простейшего уравнения на две части: одна из ветвей обычно является ложной, не входящей в решение.

5. *Уравнения, сводящиеся к тригонометрическим с использованием свойств логарифмической функции.* Отличительной чертой данных уравнений является наличие неизвестного под знаком логарифма. Обязательным вопросом к школьникам при рассмотрении задач данного типа является определение логарифма и область определения логарифмической функции. После этого обязательным условием является рассмотрение ограничений на область определения функции. Данный тип заданий может иметь две вариации. Первая состоит в том, что после замены логарифмической функции на параметр получается квадратное уравнение. В этом случае при решении необходимо пояснить школьникам возможность появления посторонних решений. Вторым типом уравнения является использование свойств логарифма и переход последующий к тригонометрическому уравнению одного из ранее рассмотренных типов. Для различия двух этих подвидов уравнений школьнику необходимо дать ответ на вопрос: возможно ли заменить логарифм от тригонометрической функции на новую переменную таким образом, чтобы других переменных не было? Отличительной чертой таких задач является наличие квадрата логарифмической функции. Кроме того, выражение под знаком логарифма должно в этом случае иметь одинаковый вид во всех одночленах.

6. *Уравнения, сводящиеся к тригонометрическим уравнениям с использованием свойств показательной функции.* Этот тип уравнений по своим особенностям решения схож с предыдущим. Разница заключается в том, что наличие

показательной функции практически не сужает область определения. Так как область значений показательной функции положительна, в случае перехода к квадратным уравнениям после замены отрицательные корни являются посторонними решениями. При рассмотрении данного типа уравнений следует задать школьнику вопрос об области определения и множестве значений показательной функции. Кроме того, необходимо вспомнить свойства показательной функции, рассмотреть их применение

7. Уравнения, решаемые рассмотрением множества значений функции или области определения. При решении данных примеров следует обратить внимание школьника на то, что выражения, стоящие в разных частях равенства, могут принимать равные значения только в экстремальных точках. Это особенно актуально для случая, когда в одной из частей уравнения стоит сумма тригонометрических функций. Преобразование с использованием формул либо вообще не приводит к результату, либо сильно усложняют вычисления. Задания указанного типа составляют незначительную долю среди заданий ЕГЭ, тем не менее их попадание в контрольно-измерительные материалы может привести к серьезным затруднениям у школьника.

Рассмотрение указанных типов тригонометрических уравнений позволяет охватить практически весь спектр уравнений, представленных в заданиях 13 профильного ЕГЭ по математике. Проведение классификации задания и четкая реализация алгоритма решения позволит школьнику добиться положительного результата при решении задания.

Отбор корней в тригонометрическом уравнении, принадлежащих заданному отрезку. Структура задания 13 Единого государственного такова, что простое решение тригонометрического уравнения не приносит учащемуся два первичных балла. Для этого необходимо выбрать из общего множества решений тригонометрического уравнения (которое бесконечно) значения, попадающие в заданный интервал.

Для отбора корней существуют три основных способа.

Отбор корней уравнения с помощью решения уравнения. Основой является определение отрезка как множества точек, удовлетворяющих двойному неравенству. Решая полученное уравнение, получаем условие на параметр, из которого можно выделить целочисленные значения. Данный способ привлекателен своей простотой, так как основывается на знаниях и умениях, сформированных у школьника еще в основной школе. Метод имеет недостатки, один из основных – громоздкость метода, что является важным при необходимости в реальных условиях ЕГЭ быстро получить решение. Метод не удобен в случае интервала, концы которого не кратны числу π . Тем не менее, данный метод достаточно легок для усвоения и понимания школьниками.

Отбор корней уравнения с помощью единичной окружности. При использовании метода необходимо умение использовать для решения единичную окружность. Это умение не всегда сформировано у школьников в 10 классе, и целесообразность попыток формирования при подготовке к ЕГЭ сомнительна. В этом случае затраты времени на овладение методом не оправдываются ре-

зультатом. Кроме того, в случае интервала длиной более периода приходится изображать несколько экземпляров окружности, что приводит к затруднениям.

Отбор корней уравнения с помощью графика функции. Сфера применимости метода ограничено, он используется в качестве хорошей иллюстрации метода подбора корней.

В целом, отбор корней менее затруднителен, чем решение самого уравнения, поэтому следует сформировать у школьника необходимость довести решение уравнения до конца в любом случае.

В заключении приведем план элективного курса по подготовке к ЕГЭ. Во введении проводится диагностика сформированности знаний и умений. Возможно проведение контрольной работы либо фронтального опроса.

Тема 1. Решение уравнений, сводящихся к квадратным. Решение уравнений содержащих только одну тригонометрическую функцию. Решение уравнений, сводящихся к квадратным после применения основного тригонометрического тождества. Решение уравнений, сводящихся к квадратным путем использования формул двойного угла.

Тема 2. Решение уравнений, решаемых разложением на множители. Использование формул двойного угла. Приведение уравнения к функции от одной тригонометрической функции. Группировка слагаемых.

Тема 3. Использование формул приведения. Уравнения, содержащие выражение под знаком корня. Уравнения содержащие выражения в знаменателе. Сокращение области решения.

Тема 4. Решение уравнений с использованием свойств логарифмической показательной функций.

Тема 5. Решение уравнений с использованием экстремальных значений.

Тема 6. Отбор корней. Отбор корней с помощью единичной окружности. Отбор корней с помощью неравенств. Отбор корней с помощью графика функции.

Итоговая контрольная работа включает задания Единого государственного экзамена.

Обучение решению тригонометрических уравнений Единого государственного экзамена является важной составляющей подготовки к Единому государственному экзамену по математике. Предложенные методы позволяют систематизировать знания и умения школьников в области решения тригонометрических уравнений и сводящихся к ним, а также осуществлять качественную подготовку в условиях ограниченности времени.

Предложенная методика была апробирована при взаимодействии со школьниками в рамках деятельности Малой Школьной Академии, а также при обмене опытом с другими субъектами Мордовского базового центра педагогического образования и может быть рекомендована для внедрения в образовательный процесс [3].

Список использованных источников

1. Яценко, И. В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года / И. В. Яценко, А. В. Семенов, И. Р. Высоцкий. – М. : ФИПИ. – 2017. – 45 с.
2. Ладоскин, М. В. Особенности подготовки к решению задач по теории вероятностей Единого государственного экзамена по математике / М. В. Ладоскин, Р. С. Корниенко // Учебный эксперимент в образовании. – Саранск, 2016. – №4. – С. 41–46.
3. Ladoshkin, M. V. The Place of an Institution of Higher Pedagogical Education in the Modern System of Mathematical Education in Russia in the Context of the Concept of Mathematical Education Development in the Russian Federation / M. V. Ladoshkin, A. N. Khuziakhmetov, U. A. Esnazarova// Mathematics Education. – 2015. – № 10 (3). – Pp. 167–176.

References

1. Yashchenko I. V., Semenov A. V., Vysotsky R. I. Methodical recommendations for teachers, based on the analysis of typical errors of students 2017. Moscow, FIPI, 2017, 45 p.
2. Ladoshkin M.V., Kornienko R. S. Peculiarities of preparation to the solution of problems in probability theory of the Unified state examination in mathematics. Uchebnyi experiment v obrazovanii, Saransk, 2016, no. 4, pp. 41–46.
3. Ladoshkin M.V., Khuziakhmetov A. N., Esnazarova U. A. The Place of an Institution of Higher Pedagogical Education in the Modern System of Mathematical Education in Russia in the Context of the Concept of Mathematical Education Development in the Russian Federation. Mathematics Education, 2015, no.10 (3), pp. 167–176.

Поступила 12.09.2017 г.

УДК 004.8(045)
ББК 32.813

Вознесенская Наталья Владимировна

кандидат педагогических наук, доцент
кафедра информатики и вычислительной техники
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Россия
ivt@mordgpi.ru

Левочкина Наталья Сергеевна

студентка, физико-математический факультет
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск, Россия

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА
В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ДЕТЕЙ**

Аннотация. В статье описаны тенденции развития образовательной робототехники в системе дополнительного образования детей. Показана необходимость и перспективы реализации образовательных программ по робототехнике.

Ключевые слова: дополнительное образование, образовательная робототехника, центр молодежного и инновационного творчества, инновации, учебная деятельность.

Voznesenskaya Natalya Vladimirovna
Candidate of pedagogical Sciences, Docent
Department of computer science and engineering
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

Levochkina Natalya Sergeevna
Student, Physics and mathematics faculty
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

EDUCATIONAL ROBOTICS IN ADDITIONAL EDUCATION OF CHILDREN

Abstract. The article describes the trends in the development of educational robotics in the system of additional education for children. The necessity and prospects of realization of educational robotics programs.

Keywords: additional education, educational robotics, youth center of creativity and innovation, innovation, training activities.

В настоящее время во всем мире одним из развивающихся направлений в образовании является робототехника. Образовательная робототехника рассматривается как новая педагогическая технология, направленная на приобщение детей и молодежи к техническому творчеству, развитию навыков конструирования, моделирования и программирования.

Робототехника успешно внедряется в дополнительное образование детей. Ценность дополнительного образования детей состоит в том, что оно усиливает вариативную составляющую общего образования, способствует практическому приложению знаний и навыков, полученных в школе, стимулирует познавательную мотивацию обучающихся. В таких условиях дети развивают свой творческий потенциал и получают возможность полноценной организации свободного времени.

В условиях введения Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) основного общего образования большая роль отводится дополнительному образованию как полноправному участнику образовательного процесса [5].

Изучение основ робототехники перспективно и очень важно. За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы нашей жизни. Сейчас роботы широко используются в транспорте, в исследованиях Земли и космоса, в медицине, в военной промышленности, в сфере безопасности и в массовом производстве промышленных товаров.

Учащихся необходимо ознакомить с технологиями, востребованными в настоящее время, и с технологиями, чье массовое использование пока что только прогнозируется. В связи с этим весьма актуальным в настоящее время является изучение основ робототехники.

Главная цель образовательной робототехники состоит в обеспечении инновационного характера развития сферы научно-технического образования при помощи внедрения специализированного робототехнического оборудования в

процесс образования, а также созданию условий развития творческой активности молодежи в сфере инновационных технологий [1].

Для наиболее полного достижения поставленной цели, необходимо понимать, что робототехника становится связующим звеном в интеграции информатики, математики, физики и технологии.

Основными задачами внедрения образовательной робототехники являются:

- вовлечение молодежи в систему научно-технического творчества;
- расширение кругозора учащихся;
- развитие навыков проектирования, конструирования и программирования робототехнических систем;
- развитие нестандартного мышления и навыков решения задач;
- подготовка специалистов дополнительного образования в сфере робототехники и инновационной деятельности.

Изучение робототехники производится на основе конструкторов программируемых роботов, включающих в свой состав все необходимые элементы для сборки различных моделей роботов. Среди всего многообразия таких конструкторов следует выделить конструкторы Lego Education WeDo и Lego Mindstorms Education EV3.

Используемые на занятиях конструкторы Lego предоставляют учащимся возможность приобретать важные знания, умения и навыки в процессе создания, программирования и тестирования роботов. Конструктор Lego и программное обеспечение, прилагаемое к нему, предоставляют возможности учиться ребенку на собственном опыте. Такие знания вызывают у детей желание двигаться по пути открытий и исследований, а любой признанный и оцененный успех добавляет уверенности в себе. Обучение происходит особенно успешно, когда ребенок вовлечен в процесс создания значимого и осмысленного продукта, который представляет для него интерес. Важно, что при этом ребенок сам строит свои знания, а учитель лишь выступает для него в качестве тьютора.

В Республике Мордовия всё большую популярность приобретают кружки, секции, клубы по робототехнике. На данный момент функционируют более 20 клубов юных изобретателей. Дети разрабатывают самые разные модели – электронные погрузчики, автомобили, лодки и самолеты [4].

На территории города Саранска располагается несколько ЦМИТов. Один из которых Центр молодежного инновационного творчества «МИР-3D» (ЦМИТ «МИР-3D»). Это современная высокотехнологичная площадка для привлечения детей и молодежи к научно-техническому творчеству, формирования у них основ научно-технической грамотности.

На базе ЦМИТ «МИР-3D» обучение детей робототехнике осуществляется по дополнительным образовательным программам «Увлекательная робототехника» и «Продвинутая робототехника».

Обучение по программе «Увлекательная робототехника» осуществляется с использованием комплектов Lego Education WeDo и Lego Mindstorms Educa-

tion EV3. Занятия проводятся в группах до 5 человек. Первые занятия с использованием робототехнического оборудования направлены на то, чтобы собрать базовые конструкции, понять способы и методы крепления деталей, подключения датчиков и устройств. Затем рассмотреть управление роботами через микроконтроллер и планшет. Только после этого можно переходить к выполнению и программированию простых команд.

При изучении сред программирования стандартная программа EV3 представляет собой объектно-ориентированную среду, в которой можно создать алгоритм любой сложности и на практике проверить его работоспособность. Учащиеся лучше осваивают основы программирования благодаря объектно-ориентированному интерфейсу, потому что программировать робота можно через компьютер, планшет и непосредственно на самом микроконтроллере робота [3].

Обучение по программе «Продвинутая робототехника» построено на базе образовательного робототехнического модуля «Технолаб. Исследовательский уровень», который содержит программное обеспечение для настройки, калибровки и управления универсальным модулем на базе CMOS камеры, инструкции, методические рекомендации, рабочие материалы в цифровом формате для удобства проведения учебного процесса, инструкции по управлению подвижными моделями роботов с помощью мультимедийных устройств на базе ОС Android посредством канала связи с интерфейсом Bluetooth [2].

В результате внедрения образовательной робототехники можно выделить ее достоинства:

- развитие логического и алгоритмического мышления;
- развитие кругозора и интереса учащихся к программированию и конструированию робототехнических систем;
- создание условий для наиболее эффективной реализации творческого потенциала учащихся;
- стимулирование мотивации учащихся к получению технических знаний и практических навыков в области робототехники и смежных дисциплин.

Таким образом, если смотреть на образовательную робототехнику глобально, то можно увидеть, что данная дисциплина реализует многие принципы ФГОС. В современных российских школах использование конструкторов Lego делает возможным изучение основ робототехники, а также позволяет формировать у учащихся навыки программирования, стимулирует интерес к конструированию, способствует развитию логического и алгоритмического мышления учащихся.

Список использованных источников

1. Вознесенская, Н. В. Перспективы развития образовательной робототехники в центре молодежного и инновационного творчества «Мир 3D» / Н. В. Вознесенская, А. Ф. Базаркин // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 2 (78). – С. 34–40.
2. Вознесенская, Н. В. Реализация Steam-подхода в обучении детей робототехнике на базе центра молодежного инновационного творчества / Н. В. Вознесенская // Учебный эксперимент в образовании. – 2017. – №3 (83). – С. 22–25.

3. Кормилицына, Т. В. Использование смарт-приборов в учебном процессе образовательного учреждения / Т. В. Кормилицына, А. В. Сидорова // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 1 (77). – С. 51–58.
4. Кормилицына, Т. В. Обучение программированию с применением Lego - конструкторов / Т. В. Кормилицына, Ю. О. Слепцова // Молодежный научный форум: технические и математические науки. – 2017. – № 1 (41). – С. 253–257.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 17 декабря 2010 г. № 1897) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://минобрнауки.рф/документы/938>

References

1. Voznesenskaja N.V., Bazarkin A.F. Perspektivy razvitiya obrazovatel'noj robototekhniki v centre molodezhnogo innovacionnogo tvorcestva «MIR 3D [Prospects for the development of educational robotics in the youth innovation creativity centre "the WORLD of 3D]. Uchebnyi experiment v obrazovanii = Educational experiment in education. 2016, No. 2 (78), pp. 34–40.
2. Voznesenskaja N.V. Implementation of a steam approach to teaching children robotics at the center for youth innovative creativity. : Uchebnyiy eksperiment v obrazovanii, 2017, No. 3 (83), pp. 22–25.
3. Kormilicyna T. V., Sidorova A. V. The use of smart devices in the educational process educational institutions. . Uchebnyiy eksperiment v obrazovanii, 2016, No. 1 (77), pp. 51–58.
4. Kormilitsyna T.V., Slepцова Ju.O. Obuchenie programmirovaniyu s primeneniem Legokonstruktorov [Learning programming using Lego designers]. Molodezhnyj nauchnyj forum: tehniczeskie i matematicheskie nauki = Youth science forum: technical and mathematical science. 2017, No. 1 (41), pp. 253–257.
5. Federal state educational standard of basic general education (approved by Order of the Ministry of Education and Science of Russia from December 17, 2010 No. 1897). – URL: <http://минобрнауки.рф/документы/938>

Поступила 11.09.2017 г.

УДК 37.036:004
ББК 74

Сорокин Сергей Семенович

старший преподаватель

кафедра технологии машиностроения

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова»,

г. Чебоксары, Россия

389471@mail.ru

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ЛОГИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты входного тестирования учащихся, поступающих для обучения на начальный модуль курса «Робототехника». Показана необходимость проведения данной диагностики способностей к техническому и логическому мышлению.

Ключевые слова: диагностика, способности, мышление, образовательная робототехника, логическое мышление, техническое мышление, LEGO Education.

Sorokin Sergey Semenovich

Senior Lecturer of the Department of Machine Building Technology
The Ulianov Chuvash State University, Cheboksary, Russia
389471@mail.ru

THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL AND LOGICAL ABILITIES OF STUDENTS THROUGH EDUCATIONAL ROBOTICS

Abstract. The article examines the results of the entrance testing of students entering the initial module of the course «Robotics». The necessity of carrying out this diagnostic of abilities for technical and logical thinking is shown.

Keywords: diagnostics, abilities, thinking, educational robotics, logical thinking, technical thinking LEGO Education.

В настоящее время в России ощущается серьезная нехватка инженерных кадров. Инженерные профессии начинают по-настоящему цениться, особенно в купе с навыками использования современной техникой. Мировой и российский опыт свидетельствует, что интерес к профессии и техническому творчеству должны прививаться еще с детского возраста. С целью формирования заинтересованности к техническим специальностям ребенку необходимо предоставить возможность изучения робототехники, моделирования, программирования и их использования в различных областях нашей жизни.

Чтобы привлечь детей к исследовательской и изобретательской деятельности, необходимо показать им, что выбранное ими образовательное направление интересно и перспективно, чем уникально. При этом, задача педагога – через начальный модуль развить у детей навыки, которые им потребуются в проектной работе и в дальнейшем освоении учебной программы.

Обучение детей начинается с начального модуля. В начальном модуле дети обязательно должны научиться делать что-то своими руками, работать с приборами и оборудованием (hard skills) и приобрести навыки, которые очень важны как для участия в коллективных проектах, так и жизни в социуме: работать совместно, брать на себя ответственность, выполнять определенную роль в командной работе, помогать и сочувствовать друг другу и т. д. (soft skills).

Для определения уровня подготовки и специальных способностей у учащихся было принято решение проводить входное тестирование при записи на начальный модуль.

Среди существующих батарей тестов для диагностики совершенно определенных профессиональных способностей и батареи тестов общих и различных способностей наиболее известной является DAT (The Differential Aptitude Test) [1]. Она создавалась для нужд средней школы и нашла применение в выявлении профессиональной ориентации учащихся. После модификации серии DAT-тестов с 47 учащимися 10–14 лет были проведены тесты на выявление технических и логических способностей. Время прохождения каждого теста – 8 минут.

Зарубежные исследователи понимают технические способности как способности, проявляющиеся в работе с оборудованием или его частями [2]. При

этом учитывается, что такая работа требует особых умственных способностей. Для того чтобы ответить на вопросы, необходимо понимать общие, технические принципы, встречающиеся в обыденных ситуациях (рис. 1):

- 1) масса тела (1 задание);
- 2) зубчатая передача (3 задания);
- 3) уравнивающая сила (2 задания);
- 4) ускорение (2 задания).

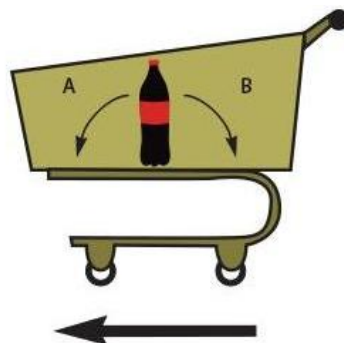


Рис. 1. Если тележка движется в направлении большой стрелки, а затем ее внезапно останавливают, то в каком направлении упадет бутылка?

Осваивание основ конструирования происходит на конструкторах LEGO Education [3]. Терминология, основы механизмов и типы соединений являются необходимой базой для дальнейшего развития талантов в области конструирования.

Анализ результатов (таблица 1) показал, что только 27 % справились с заданием на определение массы тела, 14 % – с заданием на ускорение свободного падения, 39 % респондентов – с понятием рычаг и 47 % – с такими понятиями как ведомое и ведущее колесо.

Таблица 1

**Таблица правильности ответов на вопросы теста
«Техническое мышление»**

Вопрос	Процент респондентов ответивших на вопрос	
	неправильно	правильно
Вопрос №1 (масса тела)	73	27
Вопрос № 2 (зубчатая передача)	33	67
Вопрос № 3 (уравнивающая сила: рычаг)	61	39
Вопрос № 4 (ускорение свободного падения)	86	14
Вопрос № 5 (зубчатая передача: количество оборотов ведомого колеса)	53	47
Вопрос № 6 (уравнивающая сила)	25	75
Вопрос № 7 (равноускоренное движение)	35	65
Вопрос № 8 (зубчатая передача)	34	66

Разнообразие конструкторов LEGO Education позволяет заниматься с учащимися разного возраста и по разным направлениям (конструирование, программирование, моделирование физических процессов и явлений). Таким образом, при проведении занятий по робототехнике некоторым темам необходимо уделить особое внимание. Например, при изучении темы «Масса тела» сконструировать весы (набор «Технология и физика»), а затем провести опыты с ними. По окончании опытов задать вопрос: «Сколько весит груз справа, если слева 8 граммов?», послушать ответы и объяснение учащихся.

Ежедневно человек сталкивается с массой жизненных задач, которые необходимо решать логически. В результате мыслительного процесса человек применяет знания, полученные ранее. Затем путём умозаключений происходит их обработка. Все конструкции связываются в логическую цепочку по порядку. Логическое мышление позволяет выстроить цепочку личностного поведения, сделать правильные выводы в той или иной ситуации, предпринять меры. Подобные аспекты играют важную роль в ситуациях, когда срочно необходимо принять решение.

Тесты на логическое мышление – это серия фигур задания, расположенная в определенной последовательности (рис. 2). Испытуемый должен продолжить, серию, выбрав соответствующую фигуру из пяти предложенных.

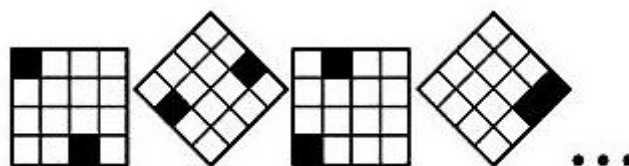


Рис. 2. Какая фигура будет следующей?

Анализ результатов данного теста показал, что учащиеся плохо справились с заданиями на нахождение взаимосвязи объектов и нахождение зависимостей (таблица 2).

Таблица 2

Таблица правильности ответов на вопросы теста «Логическое мышление»

Вопрос	Процент респондентов ответивших на вопрос	
	неправильно	полностью правильно
Вопрос № 1	56	44
Вопрос № 2	95	5
Вопрос № 3	88	12
Вопрос № 4	71	29
Вопрос № 5	56	44
Вопрос № 6	81	19
Вопрос № 7	89	11
Вопрос № 8	71	29

Конструкторы LEGO Education прекрасно развивает структурно-логическое мышление, необходимое для построения объёмных конструкций и понимания приложенной к конструктору схемы. Собираание из частей целого требует сложной мыслительной деятельности. Программирование заданного поведения модели учит основам алгоритмизации, первоначальному знакомству с этим непростым разделом информатики.

Для развития логического мышления можно проводить небольшие игры – «разминки для ума» (в начале или в середине занятия). Например, каждому ребёнку (дети работают в парах) преподаватель по очереди даёт деталь конструктора. Ребенок называет ее и оставляет у себя. Когда у каждого ребенка оказывается две детали, преподаватель даёт задание построить из всех деталей одну постройку и придумать название постройке. Один из детей затем проводит презентацию своего изделия.

По окончании модуля обучающиеся проходят выходное тестирование. Потом возможно два варианта продолжения образовательной траектории: перейти на базовый модуль обучения или обучение на начальном модуле другого направления (3D-моделирование, программирование). Кроме выходных тестов при переходе на следующий модуль дети проходят тест на мотивацию к успеху (Т. Элерса) и тест на лидерские способности (А. Н. Лутошкин). Выбор данных тестов связаны с тем, что при участии в конкурсах и олимпиадах мотивированный на успех ребенок много работает для достижения поставленной цели. Важной особенностью современных соревнований является командная работа, поэтому необходимо определить лидера команды, который осознает цели, умеет решать проблемы, оказывает влияние на окружающих, имеет организаторские способности и умеет работать с группой.

Таким образом, образовательная программа каждого направления делится на модули по возрастающей сложности. Для полноценного освоения материала основного модуля курса робототехника необходимо иметь определенный набор знаний. Для проверки готовности к изучению основного модуля робототехники необходимо пройти входное тестирование. В случае уверенного прохождения можно смело приступать к следующему модулю. В случае обнаружения сложностей при формировании ответов на вопросы рекомендуется углубить знания и лучше подготовиться к основному модулю. Проводимая психодиагностика способностей имеет выраженную гуманистическую направленность, поскольку способствует выбору наиболее подходящих возможностям и склонностям человека профессий, путей и способов построения обучения с учетом индивидуальных особенностей. Все это существенно влияет на формирование положительной профессиональной мотивации и удовлетворенности учебным трудом.

Список использованных источников

1. Free DAT Practice Test. GOLD STANDARD DAT PREPARATION (DENTAL ADMISSION TEST) [Электронный ресурс] / Free DAT Practice Test. – Режим доступа : <http://www.dat-prep.com/free-dat-practice-test.html>

2. Бодалев, А. А. Общая психодиагностика / А. А. Бодалев, В. В. Столин, В. С. Аванесов. – СПб.: Речь, 2000. – 440 с.
3. Митрофанова, Т. В. Популяризация ИТ-образования школьников (опыт работы Ассоциации «Информационные технологии в Чувашской Республике») / Т. В. Митрофанова, Т. Н. Копышева, С. С. Сорокин // Информатизация образования : сборник материалов международной научно-практической конференции. – Чебоксары : Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2017. – С. 199–205.

References

1. Free DAT Practice Test. GOLD STANDARD DAT PREPARATION (DENTAL ADMISSION TEST). URL: <http://www.dat-prep.com/free-dat-practice-test.html>
2. Bodalev A. A., Stolin V. V., Avanesov V. S. General psychodiagnostics. SPb., Publishing house «Rech», 2000, 440 p.
3. Mitrofanova T. V., Kopyisheva T. N., Sorokin S. S. Popularization of IT education of schoolchildren (work experience of the Association «Information Technologies in the Chuvash Republic»). Informatization of education: materials of the international scientific-practical conference. Cheboksary, I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University, 2017, p. 199–205.

Поступила 15.11.2017 г.

УДК 378.7.016:5045
ББК 74.58

Биккиняева Альфия Харисовна
учитель физики

МОУ «Саловская средняя общеобразовательная школа»
Лямбирский район, Республика Мордовия, Россия
bicckinyaewa@yandex.ru

МЕТОДИКА ПРОБЛЕМНОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «МАССА ТЕЛА, ЕДИНИЦЫ И СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ» В КУРСЕ ФИЗИКИ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

Аннотация: В работе рассматривается методика формирования понятия «масса» в средней школе. Реализован проблемный подход к изучению понятия. Показаны возможности современных демонстрационных установок при организации проблемного урока физики.

Ключевые слова: проблемный урок, проблемная ситуация, учебная проблема, масса, демонстрационный эксперимент, равноплечный рычаг, единица массы – килограмм, измерение массы, весы.

Bikineeva Alfiya Harisovna
physics teacher MOU "Salovskaya school"
Lyambirsky district, Republic of Mordovia, Russia
bicckinyaewa@yandex.ru

METHODOLOGY THE PROBLEM OF STUDYING THE THEME "BODY EIGHT, UNITS AND METHODS OF MEASUREMENT FOR WEIGHT" IN THE COURSE OF PHYSICS OF HIGH SCHOOL

Abstract. In this article the method of formation of the concept of "masses" in high school. Implemented a problem-based approach to learning concepts. Capabilities of modern demonstration plants in the organization of problem physics lesson.

Key words: problematic lesson, problem, training problem, the mass demonstration experiment, *ravnovesnyi* the lever, the unit of mass – kilogram mass measurement, scales.

Понятие «масса тела» является одной из важных в науке. В истории методики физики это понятие трактовалось по-разному. И в настоящее время встречается неоднозначное понимание данного понятия или происходит отождествление его с другими понятиями, например, с понятием «вес тела». Более того, некоторые обучаемые считают, что массу тела можно измерить с помощью динамометра. Такое положение можно объяснить тем, что в практике преподавания физики это понятие зачастую вводится формально, без опоры на эксперимент. Учителей физики следует основательно готовить к использованию экспериментов разных видов в обучении, такой опыт имеется [3; 4]. Нам представляется, что понятие «масса тела» должно не вводиться, а формироваться с широкой опорой на демонстрационный эксперимент с последующим анализом его результатов и подведением учащихся к обобщениям, из которых формулируется определение понятия и его дальнейшее развитие.

В данной статье предлагается методика проблемного урока, посвященного формированию понятия «масса тела». На основе опытов изучаются способы измерения массы.

Содержание и структура материала позволяют на основе эксперимента, проводимого на современном демонстрационном оборудовании создавать проблемные ситуации, провести анализ проблемных ситуаций и сформулировать учебные проблемы [1; 2]. Решение учебных проблем, обоснование формулируемых выводов проводят сами учащиеся при широкой экспериментальной поддержке. Предлагаемая во второй части урока система вопросов и задач, их подробный анализ и решение позволяет выработать у учащихся глубокое понимание изученных вопросов, и использовать полученные знания для решения практических задач для определения массы тел, используя разные методы.

В начале урока учащимся задается вопрос: знаете ли Вы, что такое масса?

Возникает проблемная ситуация. Учащиеся не могут дать однозначный ответ на поставленный вопрос. На основе анализа и обсуждения всех предложенных учащимися ответов приходим к выводу, что для получения ответа на этот вопрос необходимо обратиться к опытам.

Опыт 1. На магнитной классной доске устанавливаем скамью из демонстрационного набора «Механические явления» с помощью двух магнитных кронштейнов. Для опытов используем две легкоподвижные тележки, которые движутся по скамье на магнитной подвеске, что обеспечивает ничтожно малые потери энергии на трение.

Возьмем ненагруженные тележки и к одной из них прикрепим согнутую пополам упругую пластинку и перевяжем ее помощью нити. Другую тележку ставим около согнутой пластины (рис. 1).

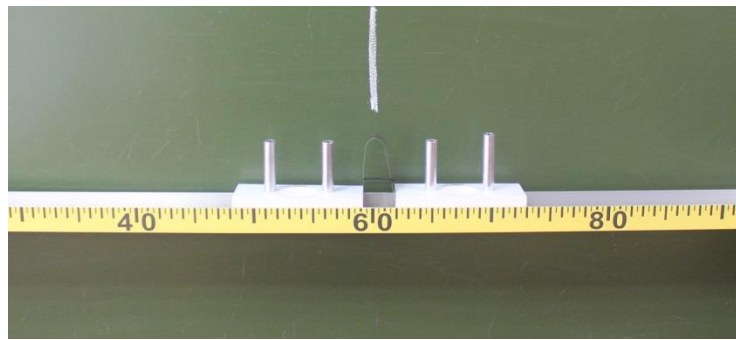


Рис. 1. Две легкоподвижные тележки на демонстрационной скамье

Пережигаем нить, связывающую пластину. Под действием силы упругости пластины тележки приходят в движение и останавливаются (рис. 2).

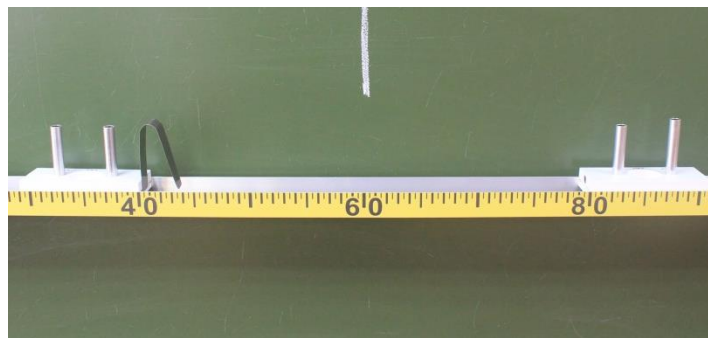


Рис. 2. После взаимодействия тележки разъезжаются и останавливаются

Обращаем внимание на то, что пути, проходимые тележками одинаковы. Поскольку проходимые телами пути пропорциональны приобретенным в конце взаимодействия скоростям, учащиеся могут сделать вывод: скорости одинаковых тележек при взаимодействии изменились на одну и ту же величину.

Опыт 2. На одну (правую) тележку устанавливаем дополнительный груз. Подводим тележку с грузом к согнутой пластине и отмечаем место отсчета расстояний (рис. 3).

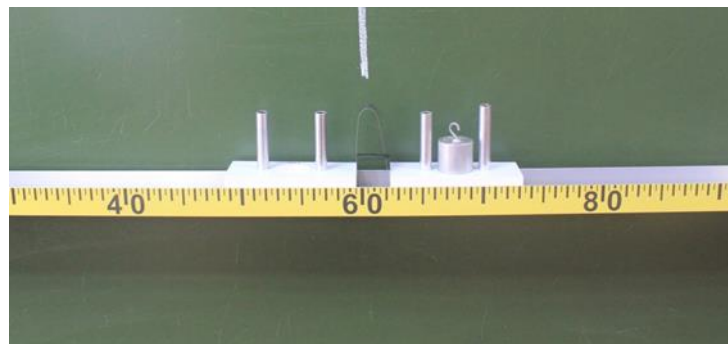


Рис. 3. Ненагруженная и нагруженная (справа) тележки в начале опыта

Пережигаем нить, связывающую пластину. Под действием силы упругости пластины тележки приходят в движение и останавливаются (рис. 4).

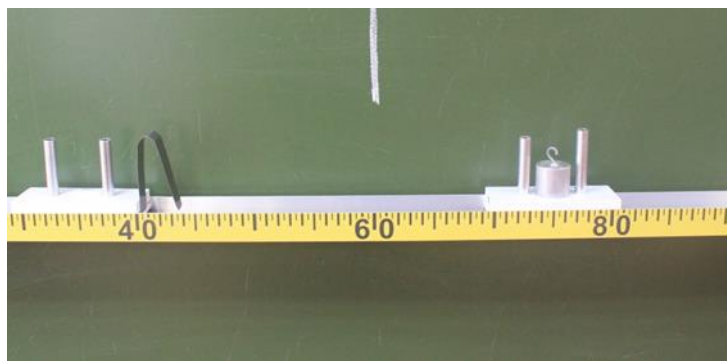


Рис. 4. Нагруженная и ненагруженная тележки разъезжаются

При взаимодействии тележки разъезжаются на разные расстояния. Учащиеся делают вывод: в результате взаимодействия нагруженная и ненагруженная тележки по-разному изменяют свои скорости. Меньше изменяется скорость тележки с грузом.

Сравнивая результаты опытов 1 и 2, делаем вывод: при одной и той же силе взаимодействия изменение скорости тела зависит от некоторого свойства каждого тела. Это свойство называется *инертностью*.

Выясняем физический смысл данного понятия. Обращаем внимание учащихся на то, что при взаимодействии нагруженная тележка меньше меняет скорость, то есть стремится дольше сохранить свою скорость неизменной.

Таким образом, *инертность* – это свойство тел, состоящее в том, что для изменения скорости тела на заданное значение под действием определенной силы, требуется некоторое время. Из двух взаимодействующих тел, то тело считается более инертным, у которого скорость изменяется меньше.

Далее говорим, что для характеристики инертных свойств тела вводится понятие «масса тела». Про тело, которое в результате взаимодействия меньше изменяет свою скорость, говорят, что оно более инертно, следовательно, имеет большую массу (правая тележка на рис. 4).

Определение: *масса* — физическая величина, являющаяся мерой инертных свойств тела.

Любая физическая величина должна быть измерена.

Формулируем определение: *измерить величину, характеризующую некоторое свойство тела (явления) значит, сравнить эту величину с эталоном – величиной, принятой за единицу*.

Возникает вопрос: как измерить массу тела? Вновь проблемная ситуация.

Для ответа на данный вопрос вновь обращаемся к результатам опытов 1 и 2.

На основе анализа экспериментальных данных приходим к выводу: *пути, проходимые телами после взаимодействия будут тем больше, чем большее изменение скорости получили тела при взаимодействии ($\Delta v_2 / \Delta v_1 = S_2 / S_1$)*.

По результатам опытов 1 и 2 составляем таблицу 1.

Итоговые результаты опытов

Номер опыта	Изменение скоростей тележек		Отношение изменения скоростей тележек
	$\Delta v_1, \text{см/с}$	$\Delta v_2, \text{см/с}$	$\Delta v_2 / \Delta v_1$
1	24	24	1
2	24	12	1/2

По таблице 1 можно сделать выводы.

1. В результате взаимодействия у одинаковых тележек скорости изменяются одинаково (опыт 1).

2. В результате взаимодействия ненагруженной тележки с нагруженной, скорость нагруженной тележки изменяется меньше (рис. 4, тележка справа).

Результаты проведенных опытов позволяют сформулировать важный вывод: сравнивать массы тел можно путем сравнения изменения скоростей, которые они получают при взаимодействии.

Для этого массу одного из тел принимают за эталонную массу. Тогда масса второго тела m_x будет определяться относительно массы эталона по формуле:

$$m_x = m_{\text{эт}}(\Delta v_{\text{эт}} / \Delta v_x).$$

Однако на практике это не всегда удобно. Поэтому возникает вопрос: существует ли более удобный способ сравнения масс тел?

Опыт 3. К равным плечам демонстрационного рычага подвесим две одинаковые ненагруженные тележки, использованные в опыте 1 (рис. 5).

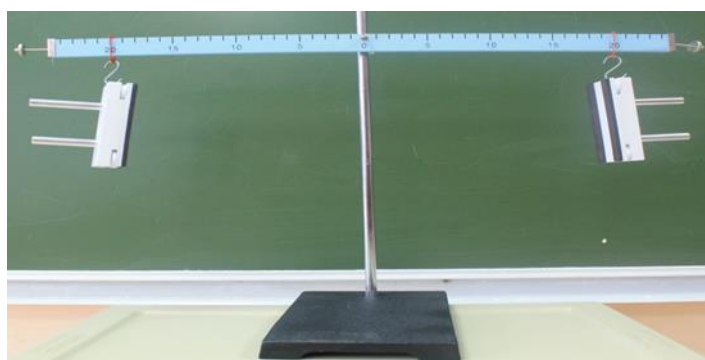


Рис. 5. Две одинаковые тележки подвешены к демонстрационному рычагу

Учащиеся делают вывод: рычаг, к которому подвешены на одинаковых расстояниях одинаковые тележки, находится в горизонтальном положении, то есть в равновесии.

Опыт 4. К правому плечу рычага вместо ненагруженной тележки подвесим использованную в опыте 2 тележку с грузом (рис. 6).

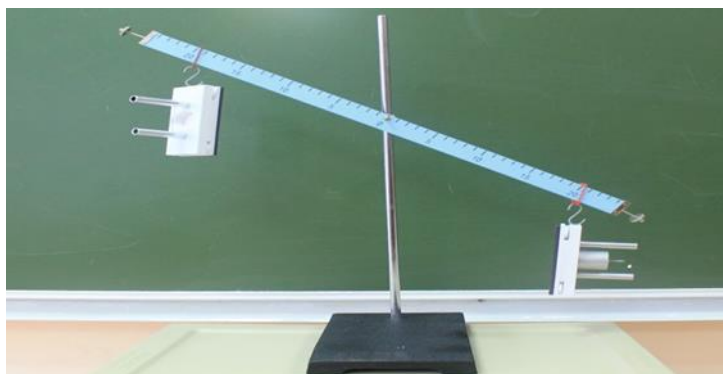


Рис. 6. К равноплечному рычагу подвешены две разные тележки

Учащиеся наблюдают, что равновесие рычагов нарушается: тележка с грузом будет перевешивать.

Анализ проведенных опытов позволяет учащимся сделать вывод: сравнивать массы тел можно не только путем сравнения изменения их скоростей при взаимодействии, но и с помощью рычага.

Рычаг остается в равновесии, если массы прикрепленных к рычагу тел равны.

Обобщая результаты последних опытов, говорим учащимся, что равноплечный рычаг, укрепленный к вертикальной стойке, составляет основу весов – прибора, который используется для измерения массы тел.

Далее с учащимися конструируем весы, используя равноплечный рычаг. На равных расстояниях от оси вращения к рычагу подвешиваем чаши от лабораторных весов.

Показываем, что весы находятся в равновесии (рис. 7).

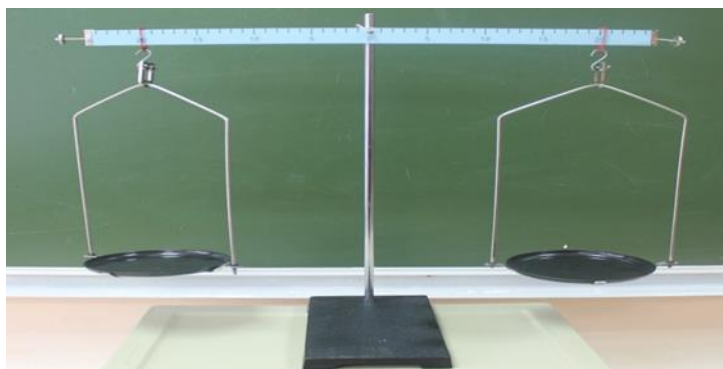


Рис. 7. Весы, сконструированные совместно с учащимися

После этого на чаши весов устанавливаем ненагруженные тележки, использованные в опыте 1. Поскольку весы находятся в равновесии, говорим, что на чашах сконструированных весов находятся тела одинаковой массы (рис. 8).

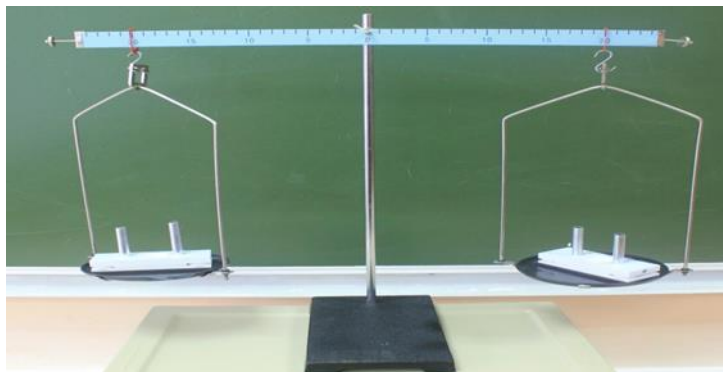


Рис. 8. Одинаковые тележки на чашах сконструированных весов

После проведенных опытов учащимся объясняем устройство и принцип работы простейших *учебных лабораторных весов*, используемых в физических кабинетах школ (рис. 9).



Рис. 9. Учебные лабораторные весы и разновес

Называем основные части лабораторных весов: равноплечный рычаг – коромысло – основная часть учебных лабораторных весов; основание весов с арретиром; стойка весов; повешенные к коромыслу две одинаковые чаши.

Эти весы используются для измерения массы тел.

Далее учащимся сообщаем информацию о единице измерения массы.

По международному соглашению за единицу массы – *эталон массы* – принят *1 килограмм* – 1 кг.

Международный эталон килограмма хранится в г. Севре (Франция).

На практике используются кратные килограмму и дольные от килограмма единицы массы:

1 тонна – 1 т = 1000 кг

1 центнер – 1 ц = 100 кг

1 грамм – 1 г = 0,001 кг

1 миллиграмм – 1 мг = 0,000001 кг

Измерение массы тела на весах называется *взвешиванием*.

Пользоваться весами можно, если иметь специальный набор гирь, каждая из которых составляет некоторые доли от эталона или кратно эталону мас-

сы. Здесь нужно объяснить смысл частей коробки с равновесом (рис. 9). Масса обозначается латинской буквой m .

После этого демонстрируют сконструированные с помощью равноплечного рычага весы в действии. На левую чашу весов кладут ненагруженную тележку, и, используя равновесие, соблюдая правила взвешивания, уравнивают весы. Подсчитав массу гирь, находящихся на правой чаше весов, учащиеся определяют массу ненагруженной тележки (рис. 10).

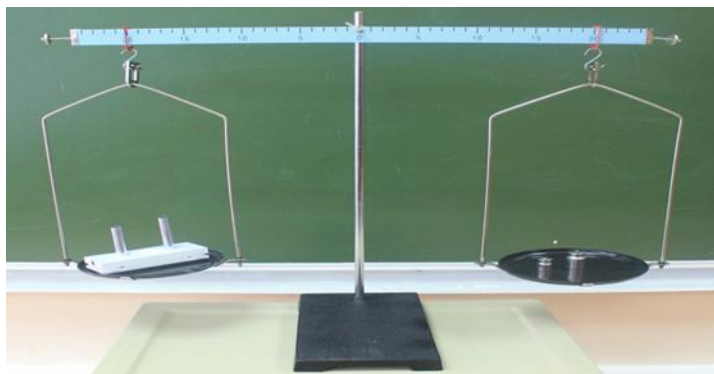


Рис. 10. Определение массы тележки на сконструированных весах

Аналогично определяется масса нагруженной тележки и сравнивается с массой ненагруженной тележки. Полученные результаты сопоставляются с данными таблицы 1. На основе анализа *данных взвешивания* и данных, полученных при *сравнении масс при взаимодействии*, делается вывод: *масса нагруженной тележки в 2 раза больше массы ненагруженной тележки*.

Подводя итог, говорим учащимся, что оба рассмотренных нами способа определения массы используются на практике в зависимости от условий.

На следующем этапе проводим закрепление полученных учащимися знаний и отработку навыков решения задач по данной теме. По результатам работы, учащиеся получают отметки.

Вопросы и задачи.

Задача 1. Чему равна масса тележки (1), если масса тележки (2) составляет 300 г (рис. 11)?

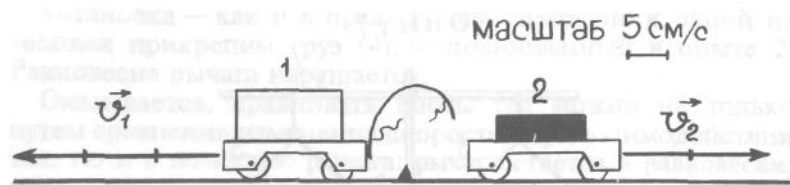


Рис. 11

Масса тележки равна:

1. 1 кг.
2. 200 г.
3. 450 г.

Правильный ответ: №2.

Поясняем решение задачи.

1. Вычисляем численные значения скоростей тележек:

$$v_1 = 5 \text{ см/с} \cdot 3 = 15 \text{ см/с.}$$

$$v_2 = 5 \text{ см/с} \cdot 2 = 10 \text{ см/с.}$$

2. Записываем данные и решаем задачу:

Дано:	Решение:	
$v_1=15 \text{ см/с}$	$v_1=15 \text{ см/с}$	$m_1=(10/15) \cdot 300=200 \text{ (г)}$
$v_2=10 \text{ см/с}$	$v_2=10 \text{ см/с}$	
$m=300 \text{ г}$	$(m_1/m_2)=(v_2/v_1)$	
$m_1 - ?$	$m_1=(v_2/v_1) m_2$	
		Ответ: $m_1=200 \text{ г.}$

После решения задачи обращаем внимание учащихся на формулу, полученную по ходу решения: $(m_1/m_2) = (\Delta v_2/\Delta v_1)$. Из нее следует, что чем больше масса тела, тем на меньшую величину изменяется его скорость при взаимодействии с телом, имеющим меньшую массу.

Задача 2. Вычислите массу тележки (2) с грузом.

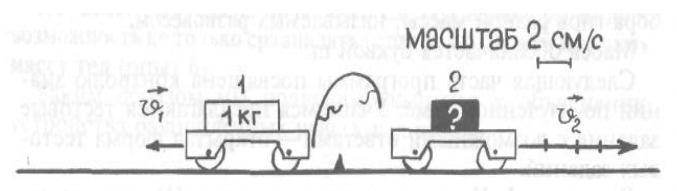


Рис. 12

1. 2,5 кг.

2. 2 кг.

3. 0,25 кг.

4. 1 кг.

Правильный ответ: №3.

Вопрос 1. Масса — это:

1. Физическое тело.

2. Физическая величина.

3. Физическое явление.

Правильный ответ: №2.

Вопрос 2. Что можно сказать о массах, если лодка в момент прыжка с нее отходит назад (относительно берега) почти с той же скоростью, с какой прыгает человек?

Варианты ответов:

1. Масса лодки много больше массы человека.

2. Масса лодки примерно равна массе человека.

3. Масса лодки меньше массы человека.

Правильный ответ: №2.

Вопрос 3. Что можно сказать о массах, если при прыжке человека с лодки она остается на месте?

Варианты ответов:

1. Масса лодки много больше массы человека.
2. Масса лодки примерно равна массе человека.
3. Масса лодки много меньше массы человека.

Правильный ответ: №1.

Вопрос 4. Тележки, двигавшиеся навстречу друг к другу с одинаковыми скоростями, столкнулись. Что можно сказать об их массах, если после столкновения обе тележки получили одинаковые скорости?

Варианты ответов:

1. Массы тележек равны.
2. Масса первой тележки много больше массы второй.
3. Масса первой тележки меньше массы второй.
4. Масса второй тележки много больше массы первой.

Правильный ответ: №1.

Вопрос 5. Тележки, двигавшиеся навстречу друг к другу с одинаковыми скоростями, столкнулись. Что можно сказать об их массах, если после столкновения первая тележка приобрела большую скорость, чем вторая?

Варианты ответов:

1. Массы тележек равны.
2. Масса первой тележки много больше массы второй.
3. Масса первой тележки много меньше массы второй.
4. Масса второй тележки много больше массы первой.

Правильный ответ: №3.

Вопрос 6. Тележки, двигавшиеся навстречу друг к другу с одинаковыми скоростями, столкнулись. Что можно сказать об их массах, если после столкновения первая тележка отскочила, а вторая практически осталась на месте?

Варианты ответов:

1. Массы тележек равны.
2. Масса первой тележки много больше массы второй.
3. Масса первой тележки меньше массы второй.
4. Масса второй тележки много больше массы первой.

Правильный ответ: №4.

Вопрос 7. Тележки, подъезжая с одинаковой скоростью навстречу друг к другу, столкнулись. Что произойдет, если масса первой тележки:

- а) равна массе второй?
- б) больше массы второй?
- в) меньше массы второй?

Варианты ответов:

1. Тележки отъедут друг от друга с одинаковой скоростью.
2. Первая тележка приобретет большую скорость.
3. Вторая тележка приобретет большую скорость.

Правильные ответы: а) №1; б) №3; в) №2.

Задача 3. Тележка массой 8 кг столкнулась с другой тележкой. Определить массу второй тележки, если изменение ее скорости при столкновении в 2 раза больше изменения скорости первой тележки.

Варианты ответов:

1. $m_2 = 8$ кг.
2. $m_2 = 1$ кг.
3. $m_2 = 4$ кг.
4. $m_2 = 16$ кг.

Правильный ответ: №3.

Вопрос 8. У берега на одинаковом удалении от него находятся тяжело-груженная лодка и такая же лодка без груза. С какой лодки легче спрыгнуть?

Варианты ответов:

1. С груженой лодки.
2. С лодки без груза.
3. Нет разницы.

Правильный ответ: №1.

Список использованных источников

1. Абушкин, Х. Х. Проблемная ситуация и учебная проблема: содержание, сущность, функции / Х. Х. Абушкин, А. Х. Биккinyaева // Гуманитарные науки и образование. – 2015. – № 3. – С. 7–12.
2. Абушкин, Х. Х. Методика проблемного обучения физике : учеб. пособие для вузов / Х. Х. Абушкин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2017. – 178 с.
3. Кормилицына, Т. В. Подготовка студентов-физиков к проведению компьютерного эксперимента в школе / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2010. – № 2. – С. 36–39.
4. Кормилицына, Т. В. Формирование профессиональных компетенций студентов педагогического вуза при проведении курсов по выбору / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2010. – № 4. – С. 45–49.

References

1. Abushkin H. H., Bikineeva A. H. Problem situation and problem: content, essence, functions. Humanities and education, 2015, no. 3, pp. 7–12.
2. Abushkin H. H. Methods of problem-based learning physics (Universities Of Russia). Moscow, Yurait, 2017, 178 p.
3. Kormilitsyna T. V. Training physics students to conduct computer experiment in school. Uchebnyj experiment v obrazovanii, 2010, no. 2, pp. 36–39.
4. Kormilitsyna T. V. Formation of professional competence of students of pedagogical university in the course of choice. Uchebnyj experiment v obrazovanii, 2010, no. 4, pp. 45–29.

Поступила 14.11.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.3.014.7
ББК 32.853.3

Воронков Антон Александрович
преподаватель кафедры радиотехники,
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
voronkov_aa@bk.ru

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦЕПЯХ С СИЛОВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ ПРИ ВНЕШНИХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

Аннотация: Рассмотрены переходные процессы в силовом транзисторе при коротком замыкании нагрузки. Приведены зависимости скорости нарастания тока от различных параметров цепи короткого замыкания.

Ключевые слова: транзистор, короткое замыкание, компьютерное моделирование, IGBT, MOSFET, Matlab.

Voronkov Anton Aleksandrovich
Lecturer at the department of radio engineering,
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

TRANSIENT IN POWER TRANSISTOR CIRCUIT WITH EXTERNAL SHORT-CIRCUIT

Abstract. Transients was considered in power transistor when the load short-circuit. Rate of rise current dependencies was shown on different parameters of short-circuit.

Keywords: transistor, short circuit, computer simulation, IGBT, MOSFET, Matlab

Силовые *IGBT* и *MOSFET* транзисторы широко применяются в инверторных преобразователях различного назначения и различной мощности. По разным причинам в цепях преобразователей могут возникать короткие замыкания (КЗ), приводящие к быстрому нарастанию тока через транзисторы. Если во время этого процесса защита не успеет отключить транзистор, он будет разрушен. Для предотвращения такого исхода в преобразователях существуют различные виды защиты. При относительно небольших кратностях токовых перегрузок защиту обеспечивают тепловые реле, при кратностях более пяти срабатывает быстродействующая защита драйвера транзистора, снимающая напряжение с затвора транзистора за время 5–10 мкс [1]. Однако при таком быстром прерывании тока через транзистор из-за наличия индуктивности в токовой цепи транзистор подвергается воздействию перенапряжений, что может привести к его пробую.

Характерная диаграмма тока и напряжения транзистора в течении одного цикла его работы изображена на рис. 1.

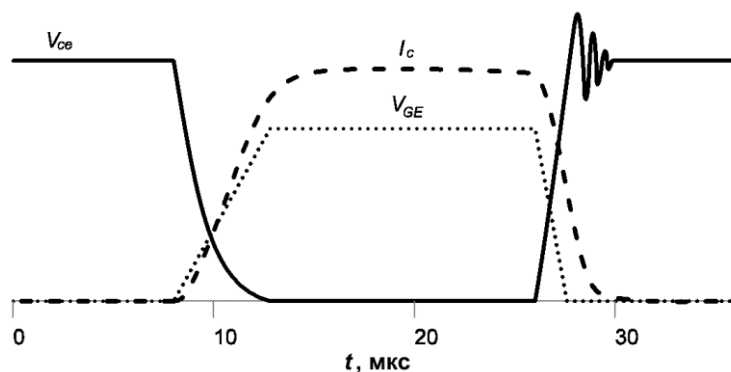


Рис. 1. Типичная временная диаграмма тока через транзистор и напряжения на нем за один цикл работы

Амплитуда тока короткого замыкания до момента отключения транзистора зависит от скорости нарастания тока di/dt . А она, в свою очередь, определяется целым рядом факторов: индуктивностью и омическим сопротивлением кабеля от транзистора до места короткого замыкания, напряжением и реактансом источника питания, напряжением на затворе транзистора. На рис. 2 приведена схема электрической цепи с транзистором, позволяющая оценить влияние этих факторов на скорость нарастания тока и амплитуду импульса тока за заданное время в случае возникновения короткого замыкания во внешней цепи.

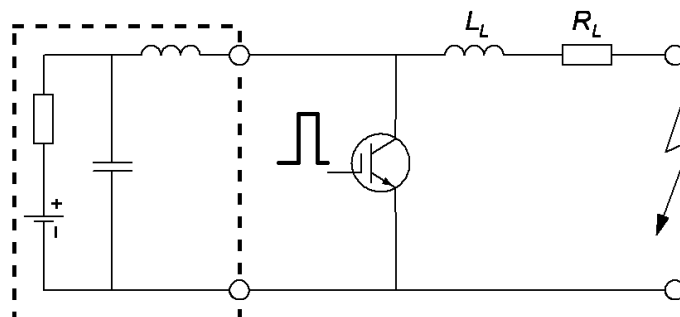


Рис. 2. Электрическая цепь с транзистором

Исследование переходных процессов в приведенной схеме осуществлялось на компьютерной модели в программном пакете *Matlab* (в среде *Simulink*). Модель представлена на рис. 3.

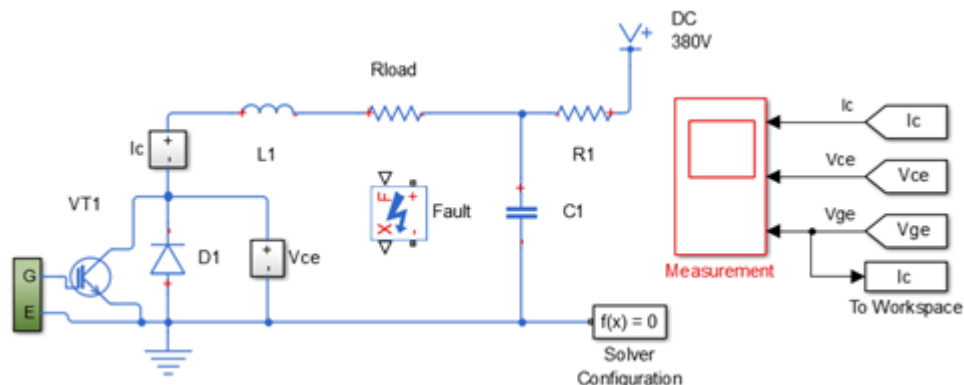


Рис. 3. Исследуемая компьютерная модель в среде *Simulink*

В качестве исходных данных были приняты:

U_S – напряжение на выходе источника питания,

Z_S – реактанс источника,

R_L – сопротивление кабеля,

L_L – индуктивность кабеля,

t_3 – время срабатывания защиты

Исследования проводились в однофакторном пространстве, т.е. изменялся один из перечисленных выше факторов при фиксированных значениях остальных.

Был задан следующий диапазон изменения факторов:

$U_S = 300 \dots 700$ В,

$R_L = 1 \dots 100$ мОм,

$L_L = 0.1 \dots 1$ мГн,

$t_3 = 2 \dots 10$ мкс.

Из теории электрических цепей известно, что скорость нарастания тока в цепи обратно пропорциональна эквивалентной индуктивности кабеля и имеет обратную квадратичную зависимость [2]. Полученный с помощью модели график приведен на рис.4а.

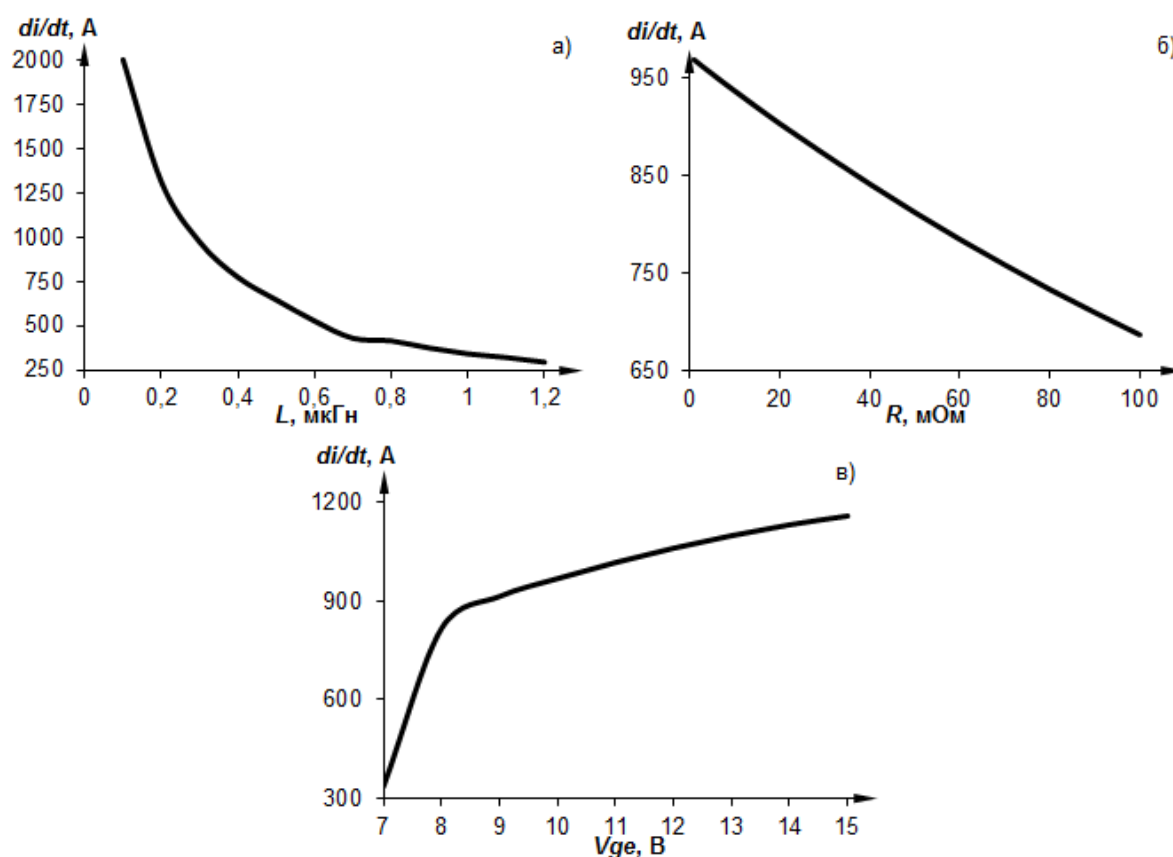


Рис. 4. Графики зависимости скорости нарастания тока коллектора транзистора от индуктивности силового кабеля L_L (а), сопротивления силового кабеля R_L (б) и напряжения на затворе V_{GE} (в) при возникновении КЗ

При фиксированной длине (и индуктивности) кабеля скорость нарастания тока зависит и от сопротивления кабеля (рис. 4 б). Также на величину di/dt влияет сопротивление транзистора, которое определяется величиной напряжения на затворе транзистора (рис. 4 в).

Когда затворное напряжение мало сопротивление канала $IGBT$ транзистора существенно больше, чем при предельно допустимом затворном напряжении, поэтому амплитуда тока и скорость его нарастания в цепи короткого замыкания становятся меньше. При дальнейшем увеличении напряжения на затворе транзистора V_{GE} график зависимости di/dt входит в насыщение.

Модель позволяет проследить весь процесс изменения тока через транзистор при заданных параметрах цепи и времени срабатывания защиты. В частности, важно знать до какой величины может увеличиться ток через транзистор за время от его включения до выключения. На рис.5 представлены временные диаграммы, отражающие данный процесс. Зависимости получены при следующих исходных параметрах: $V_{GE} = 10$ В, $V_S = 320$ В, $R_L = 1$ мОм, $L_L = 0,3$ мкГн, $t_3 = 5$ мкс.

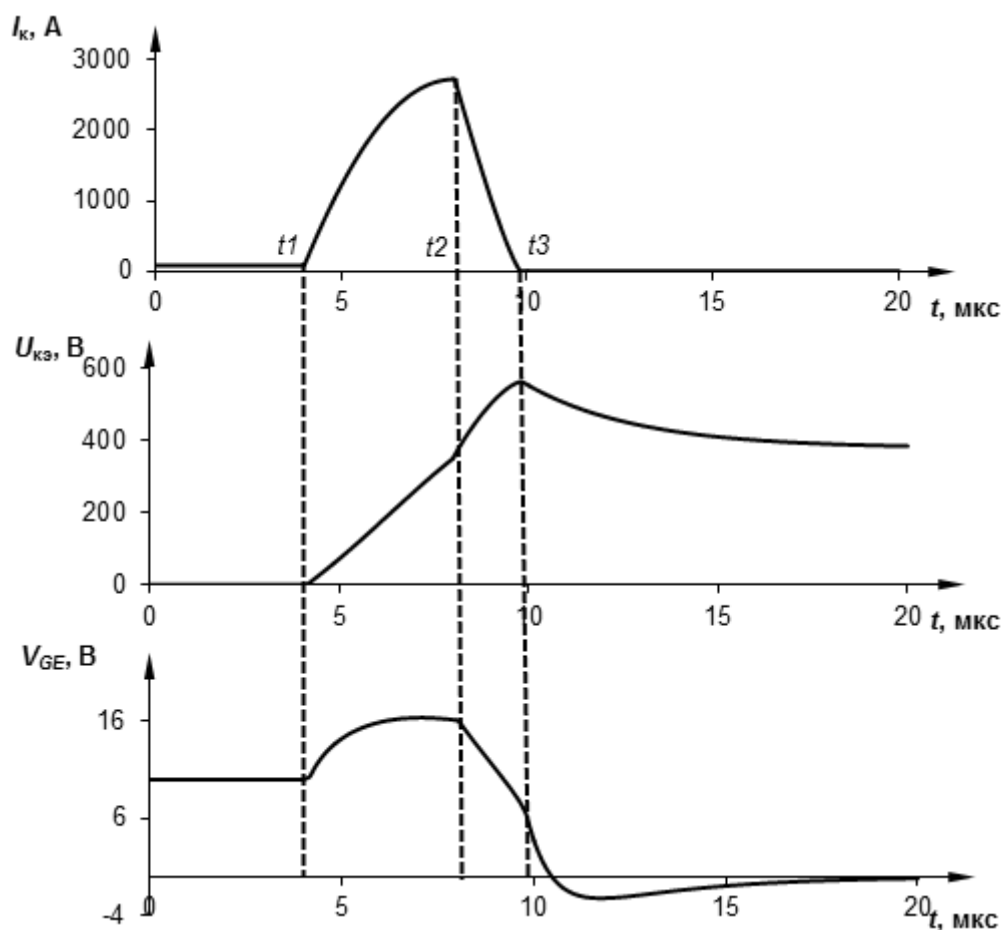


Рис. 5. Результаты моделирования КЗ в нагрузке для транзистора: верхний – ток коллектора, средний – напряжение коллектор-эмиттер, нижний – напряжение на затворе

В исходном состоянии через транзистор протекал номинальный ток нагрузки. В момент времени t_1 произошло короткое замыкание в нагрузке. Ток коллектора начал резко возрастать, причем это вызывает возрастание напряжения $U_{кз}$ и напряжения на затворе. В момент времени t_2 срабатывает защита и драйвер начинает закрывать транзистор. На этом этапе происходит дополнительный рост напряжения $U_{кз}$ и оно оказывается выше напряжения источника питания. В момент времени t_3 транзистор полностью закрывается.

Список использованных источников

1. Колпаков, А. Драйверы MOSFET/IGBT – идеология ядра / А. Колпаков // Электронные компоненты. – 2006. – № 6. – С. 37–42.
2. Попов, В. П. Основы теории цепей. Учебник для бакалавров / В. П. Попов, В. А. Ляшев, Н. И. Мережин. – М. : ЮРАЙТ, 2015. – 697 с.
3. Гавриков, В. Влияние КЗ на работу IGBT в системе электропривода / В. Гавриков, К. Автушенко // Силовая электроника. – 2014. – № 5. – С. 68–72.

References

1. Kolpakov A. MOSFET/IGBT drivers – core ideology. Electronic components. 2006., №6., pp. 37–42.
2. Popov V. P. Basic of circuit theory. Textbook for undergraduate. Moscow, Urait Publishing House, 2015, 697 p.
3. Gavrikov V. The impact of short-circuit in the IGBT operation in the motor drive system. Power electronics. 2014, no.5, pp. 68–72.

Поступила 10.08.2017 г.

УДК 538.9
ББК 31.232

Васютин Михаил Александрович

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедра конструкторско-технологической информатики
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
vasyutinm@mail.ru

Кузьмичев Николай Дмитриевич

доктор физико-математических наук, профессор
кафедра конструкторско-технологической информатики
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
kuzmichevnd@yandex.ru

Шилкин Дмитрий Алексеевич

инженер, кафедра конструкторско-технологической информатики
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
dwi8hi@outlook.com

ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЖОЗЕФСОНОВСКОЙ СРЕДЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СВЕРХПРОВОДНИКА YBCO В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Аннотация. Вблизи температуры перехода в сверхпроводящее состояние высокотемпературного сверхпроводника $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) исследованы узкие температурные области ($< 0,2$ К) резкого изменения (излом) вида вольт-амперных характеристик (ВАХ) при напряжённости магнитного поля $H < 30$ Ое. Омическое поведение сменялось квадратичной зависимостью напряжения от тока в области нескольких миллиампер. При более высоких температурах излом ВАХ размывался. Температура его наблюдения была ниже температуры нулевого критического тока образца. Выше некоторого тока наблюдалось эквивалентное влияние температуры и магнитного поля на ВАХ YBCO. Экспериментальные данные объяснены резким уменьшением критических токов джозефсоновских межгранулярных контактов под действием магнитного поля и образованием несвязанных по параметру порядка сверхпроводящих гранул под действием тока. Определены типичные токи перехода джозефсоновской межгранулярной среды к некогерентному состоянию. Сделаны оценки первых критических полей YBCO.

Ключевые слова: вольт-амперные характеристики, критический ток, высокотемпературные сверхпроводники.

Vasyutin Mikhael Aleksandrovich

Candidate of physico-mathematical Sciences, Docent
Department of Computer Science and CAD-technology
Ruzaevsky engineering Institute (branch)
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

Kuzmichev Nikolay Dmitrievich

Doctor of physico-mathematical Sciences, Professor
Department of Computer Science and CAD-technology
Ruzaevsky engineering Institute (branch)
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

Shilkin Dmitri Alekseevich

Engineer of Department of Computer Science and CAD-technology
Ruzaevsky engineering Institute (branch)
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

VOLTAGE-AMPERE CHARACTERISTICS OF THE JOSEPHSON ENVIRONMENT OF A HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTOR YBCO IN A MAGNETIC FIELD

Abstract. Near the temperature of the transition to the superconducting state of the high-temperature superconductor $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO), narrow temperature regions (< 0.2 K) of an abrupt change (break) in the type of current-voltage characteristics (CVC) at a magnetic field strength $H < 30$ Oe are investigated. The ohmic behavior was replaced by a quadratic dependence of the voltage on the current in the region of several milliamperes. At higher temperatures, the CVC breakdown was washed out. The temperature of his observation was below the temperature of the zero critical current of the sample. Above some current, an equivalent effect of temperature and magnetic field on the YBCO I-V characteristic was observed. The experimental data are explained by a sharp decrease in the critical currents of the Josephson intergranular contacts under the influence of the magnetic field and the formation of

superconducting granules unbound in terms of the order parameter under the action of the current. Typical currents of the transition of a Josephson intergranular medium to an incoherent state are determined. The first critical fields of YBCO are estimated.

Keywords: I-V characteristics, critical current, high-temperature superconductors.

Необходимость изучения джозефсоновской среды высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) выражается в ряде причин, таких, как возможность применения ВТСП в качестве источника терагерцового излучения [1], многоконтактного СКВИДа [2], одноэлектронного транзистора [3] и др. Менее всего изучены процессы, протекающие в ВТСП-структурах вблизи температуры перехода в сверхпроводящее состояние T_c и под воздействием магнитного поля. Причиной тому служат, такие факторы, как трудность учёта сильных термических флуктуаций и многообразие магниторезистивных эффектов [4]. В данной статье приводятся результаты исследования вольт-амперных характеристик (ВАХ) ВТСП $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) вблизи T_c в слабых магнитных полях, выявляющие особенности джозефсоновской среды YBCO в определённых температурных интервалах.

Поликристаллы YBCO были изготовлены по “керамической” технологии, имели $T_c \approx 91,0 - 92,0$ К, ширину перехода $\Delta T_c \approx 1,0-1,5$ К. Измерения ВАХ были проведены на постоянном токе, использовался четырёхконтактный метод в промежуточном состоянии (вблизи температуры перехода от ненулевого критического тока I_c к нулевому). Контактное сопротивление $R \approx 3$ мΩ. Сила тока изменялась в пределах $0 < I < 200$ мА. Проведенные исследования на подобных образцах, методика измерений и предварительные результаты представлены в работах [5–7].

На рис.1а приведены ВАХ поликристалла с $T_c = 91,57$ К в постоянном магнитном поле $H = 1,5$ Ое при температурах от 88,57 К до 91,43 К. Увеличение температуры с правого нижнего угла к левому верхнему: 88,57 К, 88,86 К, 89,14 К, 89,43 К, 89,72 К (излом), 90,00 К, 90,28 К, 90,57 К, 90,86 К, 91,14 К, 91,43 К.

Резкое изменение ВАХ (излом), наблюдается при температуре $T = 89,72$ К, линейная зависимость меняется на квадратичную, в то же время ВАХ при других температурах показывают более плавные переходы. На рис. 1b приведены ВАХ того же поликристалла при температуре $T = 89,72$ К в постоянных магнитных полях $0 < H < 121$ Ое. Влияние магнитного поля эквивалентно влиянию температуры до полей порядка 20 Ое. Продолжение увеличения H слабо влияет на вид ВАХ. Похожие ВАХ наблюдаются во всём исследованном диапазоне токов, температур и магнитных полей. Прямые линии, отмеченные цифрой 1 – линейная зависимость, цифрой 2 – квадратичная; б) ВАХ поликристалла YBCO при температуре $T = 89,72$ К в постоянных магнитных полях, увеличивающихся с правого нижнего края к левому верхнему: 0 Ое, 1,5 Ое (излом), 4,5 Ое, 11 Ое, 22 Ое, 44 Ое, 121 Ое.

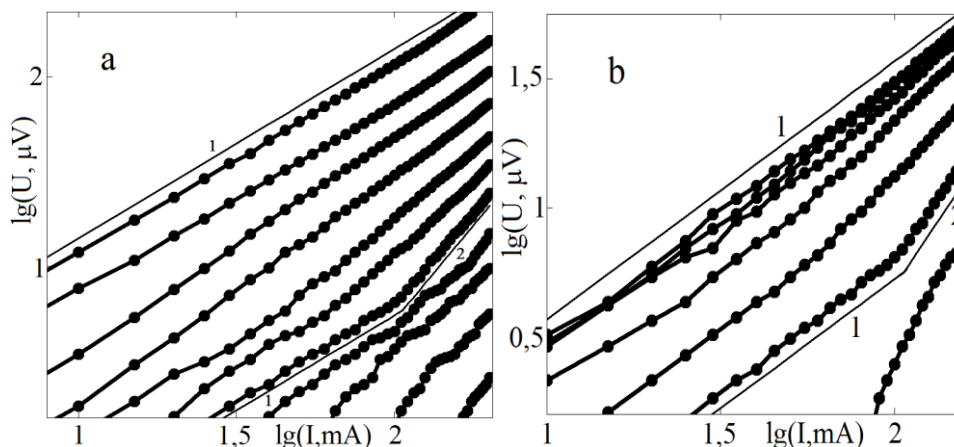


Рис. 1. ВАХ поликристалла YBCO в постоянном магнитном поле

Все ВАХ, что имеют излом, показаны на рис. 2, : чёрные круги – $T = 89,72$ К, $H = 1,5$ Ое; чёрные квадраты – $T = 89,14$ К, $H = 4,5$ Ое; светлые ромбы – $T = 88,57$ К, $H = 11$ Ое; светлые треугольники – $T = 87,14$ К, $H = 22$ Ое; светлые круги – $T = 85,72$ К, $H = 44$ Ое; светлые квадраты – $T = 82,86$ К, $H = 121$ Ое.

Заметнее всего изменение наклона ВАХ наблюдается в полях, меньших 30–40 Ое. Также наблюдается совмещение некоторых ВАХ, начиная с определённого тока. В магнитном поле Земли излома нет. Прямые линии, обозначенные цифрой 1 – линейная зависимость, цифрой 2 – квадратичная.

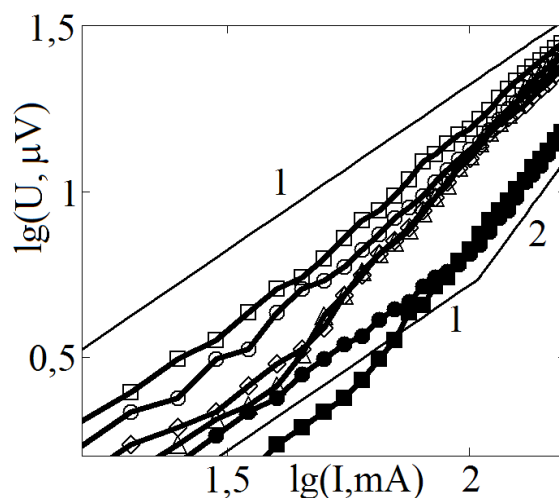


Рис. 2. ВАХ поликристалла YBCO

Изменение вида ВАХ с температурой можно объяснить двумя режимами диссипации энергии [8]. Если это первый режим, то она происходит при ненулевом критическом токе I_c , если второй – когда $I_c = 0$. Состояние первого режима наступает при низких температурах и магнитных полях; на рисунке 1 его можно определить по отрицательной кривизне ВАХ (кривые выпуклы). Второй режим имеет положительную кривизну (кривые вогнуты) и наступает при более высоких температурах и магнитных полях. На рис. 1 линией, разделяющей два резистивных режима, можно считать изотерму $T = 89,43$ К.

Наличие изломов ВАХ на рисунках (при токе $I \approx 100$ мА для $T = 89,72$ К и $H = 1.5$ Ое; при токе $I \approx 60$ мА для $T = 89,14$ К и $H = 4.5$ Ое; при токе $I \approx 50$ мА для $T = 88,57$ К и $H = 11$ Ое; при токе $I \approx 40$ мА для $T = 87,14$ К и $H = 22$ Ое) объясняется резким уменьшением критических токов джозефсоновских контактов поликристалла в магнитных полях порядка нескольких эрстед.

Если при отсутствии поля разница величин критических токов разных контактов и их температурный разброс являются значительными, то при влиянии даже слабого магнитного поля эти различия сглаживаются и появляются условия одновременного разрушения сверхпроводящего состояния большого числа контактов. На вставке рис. 3, взятой из работы [9], приведена зависимость энергии связи (а значит и критического тока) от магнитного поля для одного и десяти джозефсоновских контактов (вставка имеет схематический, пояснительный характер). Сглаживание наблюдается при нескольких эрстедах.

Для температур наблюдения излома характерно разбиение области изменения магнитного поля на три части: $H < 10$ Ое, $10 < H < 30$ Ое, $H > 30$ Ое (рис. 2). В первой части происходит наложение ВАХ при $I > 80$ мА, во второй – при $I > 50$ мА, в третьей части наложение отсутствует.

Полная картина ВАХ при температуре излома приведена на рисунке 3. Сплошные линии означают линейную (1) и квадратичную (2) зависимости. На вставке показана магнитополевая зависимость энергии связи одного и десяти джозефсоновских контактов (из работы [9]). До тока I_1 магнитное поле существует в образце в виде гипервихря, имеющего высокую устойчивостью к току. Затем, при токе I_1 гипервихрь распадается на джозефсоновские вихри [10], и до величины I_2 их движение приводит к линейной ВАХ. Выше I_2 магнитное поле начинает проникать в гранулы поликристалла. Другим объяснением наличия линейного участка ВАХ является модель центров проскальзывания фазы, реализующаяся в джозефсоновских переходах [11]. Трёхмерное сглаживающее расположение контактов сказывается на отсутствии характерных ступенек. Присутствие прямолинейных участков на рис.1 (степенные ВАХ) можно объяснить фрактальной структурой YBCO в магнитном поле [12; 13].

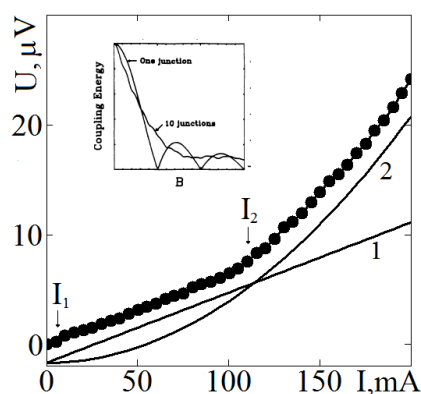


Рис. 3. ВАХ поликристалла YBCO в постоянном магнитном поле $H = 1,5$ Ое при температуре $T = 89,72$ К (чёрные круги)

Используя экспериментальные данные, приведенные на рис. 2, можно получить значения первых критических полей H_{c1} гранул поликристалла УВСО.

Применив температурную зависимость $H_{c1}(T) = H_{c1}(0)[1-(T/T_c)^2]$, получим для H_{c1} при $T = 77,4$ К значения, находящиеся в интервале $11 \text{ Ое} < H_{c1}$ ($T = 77,4$ К) $< 67 \text{ Ое}$, что согласуется с данными, полученными, например в [14].

Список использованных источников

1. Hu X., and Lin S.-Z. / X. Hu, S.-Z. Lin // *Supercond. Sci. Technol.* – 2010. – V. 23. – P. 053001.
2. Гинзбург, С.Л. / С.Л. Гинзбург, А.В. Накин, Н.Е. Савицкая // *ЖЭТФ.* – 2012. – Т. 141. – В. 2. – С. 310–318.
3. Gustafsson, D. / D. Gustafsson, D. Golubev, M. Fogelstrom, T. Claeson, S. Kubakin T. Bauch, F. Lombardy // *Nat. Nanotechnol.* – 2013. – V. 8. – P. 25–30.
4. Балаев, Д.А. / Д.А. Балаев, А.А. Быков, С.В. Семенов, С.И. Попков, А.А. Дубровский, К.А. Шайхутдинов, М.И. Петров // *ФТТ.* – 2011. – Т. 53. – В. 5. – С. 865–874.
5. Васютин, М.А. / М.А. Васютин, Н.Д. Кузьмичев // *Письма в ЖТФ.* – 1992. – Т. 18. – В. 23. – С. 5–9.
6. Васютин, М.А. / М.А. Васютин, Н.Д. Кузьмичев, В.В. Славкин, А.И. Головашкин, И.С. Левченко // *Прикладная физика.* – 1995. – № 2. – С. 51–55.
7. Васютин, М.А. / М.А. Васютин, Н.Д. Кузьмичев // *Учебный эксперимент в образовании.* – 2012. – № 4. – С. 55–60.
8. Аронзон, Б.А. / Б.А. Аронзон, Ю.В. Гершанов, Е.З. Мейлихов [и др.] // *СФХТ.* – 1989. – Т. 2. – № 10. – С. 83–88.
9. Dubson, M.A. / M.A. Dubson, S.T. Herbert, J.J. Galabrese, D.C. Harris, B.R. Patton, J.C. Garland. // *Phys. Rev. Lett.* 1988. – V. 60. – № 11. – P. 1061–1064.
10. Кузьмичев Н.Д. // *Письма в ЖЭТФ.* – 2001. – Т. 74. – В. 5. – С. 291–295.
11. Gross, R. / R. Gross, P. Chaudhari, D. Dimos, A. Gupta, G. Koren // *Phys. Rev. Lett.* 1990. – V. 64. – № 2. – P. 228–231.
12. Васютин, М.А. / М.А. Васютин // *Письма в ЖТФ.* – 2011. – Т. 37. – В. 16. – С. 1–6.
13. Васютин, М.А. / М.А. Васютин, Н.Д. Кузьмичев, Д.А. Шилкин // *Журнал сибирского федерального университета.* – 2017. – Т. 10. – В. 2. – С. 261–265.
14. Ростами, Х.Р. / Х.Р. Ростами // *ФТТ.* – 2013. – Т. 55. – В. 9. – С. 1677–1690.

References

1. Hu X., and Lin S.-Z. *Supercond. Sci. Technol.*, 2010, v. 23, p. 053001.
2. Ginzburg S. L., Nakin A. V., Savickaya N. E. *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 2012, т. 141, v. 2, p. 310–318.
3. Gustafsson D., Golubev D., Fogelstrom M., Claeson T., Kubakin S. Bauch T., and Lombardy F. *Nat. Nanotechnol.*, 2013, v. 8, p. 25–30.
4. Balaev D. A., Bykov A. A., Semenov S. V., Popkov S. I., Dubrovskiy A. A., Shaihutdinov K. A., Petrov M. I. *Physics of the Solid State*, 2011, 53, v. 5, p. 865–874.
5. Vasyutin M. A., Kuzmichev N. D. *Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters*, 1992, 18, v. 23, p. 5–9.
6. Vasyutin M. A., Kuzmichev N. D., Slavkin V. V., Golovashkin A. I., Levchenko I. S. *Applied Physics*, 1995, no. 2, p. 51–55.
7. Vasyutin M. A., Kuzmichev N. D. *Educational experiment in education*, 2012, 4, p. 55–60.
8. Aronzon B. A., Gershanov Yu. V., Meilikhov E. Z., Shapiro V. G. *SPCT*, 1989, т. 2, no. 10, p. 83–88.

9. Dubson M. A., Herbert S. T., Galabrese J. J., Harris D. C., Patton B. R., Garland J. C. . Phys. Rev. Lett. 1988, v. 60, 11, p. 1061–1064.
10. Kuzmichev N. D. Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters, 2001,74, v. 5. p. 291–295.
11. Gross R., Chaudhari P., Dimos D., Gupta A. Koren G. Phys. Rev. Lett. 1990, v. 64,2, p. 228–231.
12. Vasyutin M. A. Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters, 2011, 37, v. 16, p. 1–6.
13. Vasyutin M. A., Kuzmichev N. D., Shilkin D. A. Journal of Siberian Federal University. 2017, 10, v. 2, p. 261–265.
14. Rostami H. R. Physics of the solid state, 2013, 55. v. 9, p. 1677–1690.

Поступила 10.10.2017 г.

УДК 628.9.041.678
ББК 381

Иванцев Анатолий Степанович

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
кафедра инфокоммуникационных технологий и систем связи
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
a.ivantsev@yandex.ru

**МЕТОД РАСЧЕТА МНОГОСЛОЙНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
ДЛЯ ГАЛОГЕННЫХ ЗЕРКАЛЬНЫХ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ
С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ОТРАЖАТЕЛЯМИ**

Аннотация. В работе рассматривается метод расчета селективных отражающих диэлектрических интерференционных покрытий для коррекции спектров излучения зеркальных галогенных ламп с металлическими отражателями. Метод позволяет более полно объяснять студентам, обучающимся по направлению 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», проблемы освещения различных объектов, являющихся элементами системы документальной электросвязи.

Ключевые слова: многослойные диэлектрические интерференционные покрытия зеркальные галогенные лампы накаливания, стеклянные отражатели, металлические отражатели, теплопередающие металлические слои.

Ivantsev Anatoliy Stepanovich

candidate of physico-mathematical sciences, senior researcher
department of ivfocommunication technologies and communication systems
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

**THE METHOD OF CALCULATION OF MULTILAYER INTERFERENCE COATINGS
FOR HALOGEN MIRROR BULBS WITH METAL REFLECTORS**

Abstract. In the paper, the method of calculation of the selective reflecting dielectric interference coatings for the correction of emission spectra of mirror halogen lamps with metal reflectors. Method allows you to more fully explain to students the direction 210700.62 «Infocommunication technologies and communication systems».

Keywords: multilayer dielectric interference coatings, mirror with halogen filament lamps glass reflectors, metal reflectors, metal heat-transfer layers.

Получившие сегодня распространение низковольтные зеркальные галогенные лампы накаливания (ЗГЛН) с скорректированными спектрами излучения конструктивно выполнены следующим образом. Малогабаритная кварцевая галогенная лампа накаливания (ГЛН) с помощью термостойкой мастики жестко встроена в стеклянный отражатель. Тело накала ГЛН находится в фокусе отражателя. Отражатель может иметь как эллипсоидный, так и параболический профиль. На внутреннюю поверхность отражателя наносится пропускающее многослойное интерференционное покрытие (МИП), позволяющее убрать из спектра излучения ГЛН определенные области длин волн с целью создания, например, «холодного» света, «темного света», повышения цветовой температуры и т. д. Излучения в области длин волн, изымающихся из спектра ГЛН, направляются в тыльную сторону отражателя, поэтому МИП называются пропускающими. В передающей аппаратуре документальной электросвязи эти излучения часто бывают недопустимыми, поэтому необходимо ЗГЛН изготовить с металлическим отражателем, к тому же в этом случае технология изготовления ламп упростится, стоимость снизится. Только при этом на его внутреннюю поверхность наносится уже отражающее МИП. С его помощью нужно корректировать спектр излучения ГЛН в тех же аспектах. По конструкции отражающие МИП отличаются от пропускающих.

Если пропускающие МИП конструировались на базе двух материалов, то отражающие – на базе минимум трех. Третий материал должен поглотить энергию излучения ГЛН, на тех длинах волн, которые должны отсутствовать в спектре излучения зеркальной ГЛН и передать ее материалу, из которого изготовлены отражатели, а это, в основном, сталь или сплавы алюминия.

Из известных стандартных источников белого света А, В, С, D₆₅ исследования по расчету проводились с источником белого света D₆₅, так как он чаще всего применяется в документальной электросвязи из-за хорошего воспроизведения усредненного дневного света с T_{цв}=6500 К, координаты цветности его приведены на рис. 1.

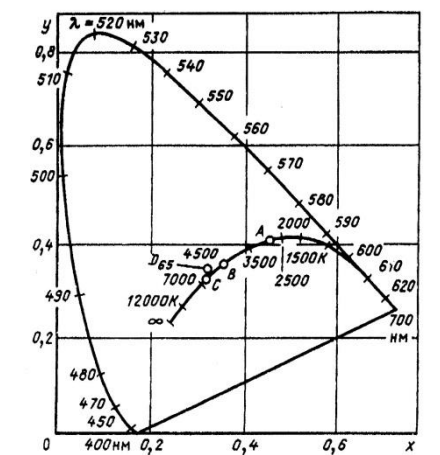


Рис. 1. Цветовой график x,y с линией абсолютно

черного тела и стандартными источниками света А, В,С, D₆₅

Расчет отражающих МИП состоит из двух этапов: анализа и синтеза [1; 2]. Анализ заключается в том, чтобы, исходя из требований к спектральным характеристикам источника света, найти спектральные характеристики отражения МИП. Их определяют соотношением (1):

$$\eta = \varepsilon(\lambda T) \cdot \xi^{-5} \cdot \rho(\lambda) \cdot (e^{C_2/\lambda m T} - 1) / (e^{C_2/\lambda T} - 1), \quad (1)$$

где $\varepsilon(\lambda T)$ – коэффициент излучения вольфрама; η – относительная координата, равная $m_{es}(\lambda T) / m_{es}(\lambda_m T)$; ξ – относительная координата, равная λ / λ_{max} ; m_{es} – спектральная плотность энергетической светимости а.ч.т., Вт/м²; T – абсолютная температура тела накала, К; C_2 – постоянная, равная $1,438 \cdot 10^{-4}$ мкм · град; $\rho(\lambda)$ – спектральное отражение МИП; λ – длина волны, мкм; λ_m – длина волны максимального излучения, мкм.

Совместное решение соотношения (1) и уравнения Планка в относительных координатах дает выражения для $\rho(\lambda)$ всего спектра длин волн (2):

$$\eta = \varepsilon(\lambda T) \cdot \xi^{-5} \cdot (e^{C_2/\lambda m T} - 1) / (e^{C_2/\lambda T} - 1) \quad (2)$$

Совместное решение выражений (1) и (2) и есть решение задачи анализа МИП, оно приводит к последовательности математических выражений, позволяющих рассчитать спектральные характеристики МИП для любого интервала длин волн и может выполняться как аналитически на ПЭВМ, так и графически. При графическом решении исходят из следующих соображений.

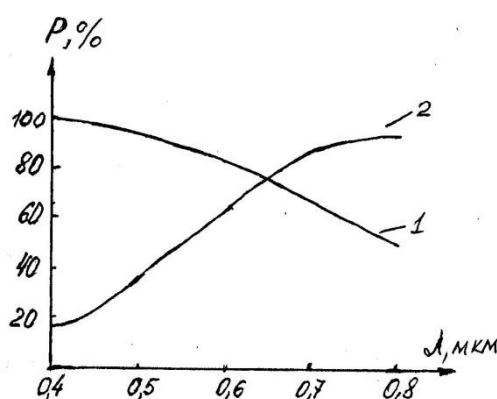


Рис. 2. Спектральные характеристики относительной мощности излучения в видимой области: 1 – а.ч.т. при $T=6500$ К; 2 – ГЛН при $T_{цв}=3200$ К

Из рис. 2 следует, что для того, чтобы излучение ГЛН с $T_{цв}=3200$ К по цветности приблизить к излучению а.ч.т. при температуре 6500 К необходимо, чтобы МИП имело полное отражение в диапазоне длин волн 400 – 450 нм. Это отражение принимается за 100 %, а на длине волны 555 нм МИП должен иметь

50 – процентное отражение, на длине волны от 620 до 850 нм МИП должен иметь 20 – процентное отражение.

Учет еще и промежуточных точек позволяет представить результаты анализа МИП рис. 3.

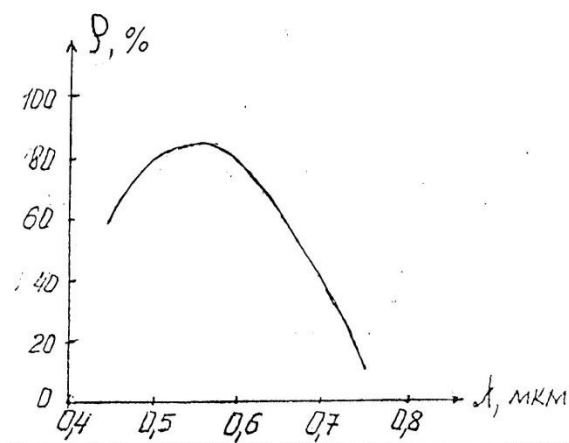


Рис. 3. Спектральные характеристики отражения МИП, модифицирующего излучения ГЛН при цветовой температуре 3200 К в излучение а.ч.т при температуре 6500К в видимой области

Синтез МИП – задача обратная по отношению к анализу: по спектральным характеристикам отражения определить параметры слоев, образующих МИП: число слоев N , имеющих показатели преломления n_1, n_2, \dots, n_N ; толщины слоев d_1, d_2, \dots, d_N .

Синтез МИП проводят тремя методами [2–4]: методом эквивалентных слоев (МЭС); методом эквивалентных границ (МЭГ); аналитическим методом (АМ).

В данной работе синтез МИП проводился первым методом. В основе его лежит экспериментальный факт [5] – максимальное значение коэффициента отражения дает многослойное покрытие, состоящее из чередующихся слоев диэлектриков с высоким и низким показателями преломления равной оптической толщины по $\lambda_0 / 4$, где λ_0 – длина волны максимального отражения МИП, при этом он должен содержать нечетное число слоев, крайние слои должны иметь высокий показатель преломления [7]. В качестве диэлектрика с низким показателем преломления использовали фтористый магний (MgF_2), а в качестве диэлектрика с высоким показателем преломления – сернокислый цинк (ZnS).

Третий материал, на базе которого формируется отражательный МИП, несет функцию хорошего теплопроводника и наносится в виде толстой пленки (~ 1 мкм) на внутреннюю поверхность металлического отражателя. Толстая теплопроводящая пленка изготавливается из металлических материалов, обладающих высокой теплопроводностью.

Теплопроводность – один из видов переноса теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, проводящий к выравниванию температуры тела. При теплопроводности перенос энергии осуществляется в результате непосред-

ственной передачи энергии от молекул, атомов или других частиц, обладающих большей энергией, частицам с меньшей энергией. Задача этого слоя – передать отражателю с минимальными потерями энергию излучения в спектральных участках полного поглощения.

Механизм передачи тепла от диэлектрика с высоким показателем преломления, контактирующим с поверхностью отражателя, отражателю следующий.

В диэлектриках, не имеющих свободных электрических зарядов, перенос энергии теплового движения осуществляется фононами, коэффициент теплопроводности которых $\kappa = c \cdot v \cdot l$, где c – удельная теплоемкость диэлектрика, v – скорость фононов, l – средняя длина свободного пробега фононов. Температурная зависимость κ определяется зависимостью от температуры c и l .

Теплопроводность металлов определяется движением и взаимодействием носителей тока – электронов проводимости. Поэтому можно записать :

$$\kappa = \kappa_{\text{э}} + \kappa_{\text{реш}} ,$$

где $\kappa_{\text{реш}}$ и $\kappa_{\text{э}}$ – решеточная фононная и электронная составляющие, причем при обычных температурах $\kappa_{\text{э}} \gg \kappa_{\text{реш}}$.

В процессе теплопроводности каждый электрон при наличии градиента температур переносит энергию kT , (k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура отражателя). Замечено, что у большинства металлов, особенно с большой теплопроводностью, $\kappa_{\text{реш}}$ равняется $\kappa_{\text{э}}$, поэтому $\kappa = 2\kappa_{\text{э}}$, что объясняет необходимость введения толстой металлической пленки между внутренним слоем диэлектрика МИП и наружной поверхностью отражателя.

Напыление рассчитанного МИП производилось на вакуумной напылительной установке УРМЗ.279.011 по технологии, описанной в работе [8] на толстую пленку из меди. Пленка меди наносилась на металлический отражатель двумя методами; термическим напылением в вакууме и электролитическим осаждением. Экспериментальная проверка макетных образцов ЗГЛН показала, что оптические характеристики МИП удовлетворительны, однако термостойкость МИП не выдерживает нагрев отражателя до 230°C , покрытие разрушилось через несколько часов. Введение в структуру МИП тонкого слоя металлического хрома толщиной ~ 10 нм [9,10] между медью и первым слоем ZnS позволило повысить термостойкость МИП до 230°C . В этом случае макетные образцы дали удовлетворительные результаты и по цветности излучения и по продолжительности горения. В качестве горелок использовались серийные лампы КГМ 12-100.

Список использованных источников

1. Иванцев, А. С. Оптические покрытия в источниках света / А. С. Иванцев // Электрические источники света, Труды ВНИИИС. – Вып. 20. – Саранск, 1988. – С. 93–102.
2. Иванцев, А. С. Оптические покрытия (расчеты, экспериментальные исследования, создание технологических решений) / А. С. Иванцев. – Саранск, ИП Афанасьев, 2017. – 124с.

3. Фурман Ш. А. Тонкослойные оптические покрытия / Ш. А. Фурман. – М. : Машиностроение, 1977. – 264 с.
4. Свешников, А. Г. Синтез оптических покрытий при наклонном падении света / А. Г. Свешников, А. В. Тихонравов, С. А. Яншин // Журнал вычислительной математики и математической физики, 1983. – Т. 23. – № 4. – С. 929–935.
5. Телен, А. Конструирование многослойных интерференционных фильтров / А. Телен // Физика тонких пленок. – Т. 5. – М. : Мир, 197. – С. 46–83.
6. Розенберг, Г. В. Оптика тонкослойных покрытий / Г. В. Розенберг. – М. : ГИФЛМЛ, 1958. – 570 с.
7. Иванцев, А. С. Метод конструирования светофильтров для атмосферной оптической связи / А. С. Иванцев // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 3. – С. 60–66.
8. Иванцев, А. С. Изготовление интерференционных светофильтров для атмосферных оптических систем передач / А. С. Иванцев // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. №4. – С. 70–75.
9. Иванцев, А. С. Особенности формирования пленок хрома при вакуумной конденсации / А. С. Иванцев // Вопросы атомной науки и техники, Сер. ядерно-физические исследования, 1990. – Вып.2/10. – С. 77–78.
10. Иванцев, А. С. Структурные изменения в пленках хрома на стали 40Х13 при нагреве / А. С. Иванцев // Тез. докладов Симпозиума по синергетике. – М. : ИМЕТ РАН, 1996. – Ч. 1. – С. 122–123.

References

1. Ivantsev A. S. Optical coatings in the light sources. Electric light sources , Proceedings de La direction, vol. 20, Saransk, 1988, pp. 93–102.
2. Ivantsev A. S. Optical coating (calculations, experimental research, creation of technological solutions). Monograph, Saransk, SP Afanasiev, 2017, 124 p.
3. Furman Sh. A. Thin-film optical coatings. Moscow, Mashinostroenie, 1977, p. 264.
4. Sveshnikov A. G., Tikhonravov A. V., Yanshin S. A. Synthesis of optical coatings at oblique light incidence. Journal of computational mathematics and mathematical physics, 1983, vol. 23, no. 4, pp. 929–935.
5. Thelen A. Design of multilayer interference filters. Physics of thin films. Under .ed. G. Hass and R. Thun. Moscow Mir, 1972, pp. 46–83.
6. Rosenberg G. V. Optics of thin-layer coatings. Moscow, GIFML, 1958, p. 570.
7. Ivantsev A. S. Method of design filters for atmospheric optical communication. Uchebnyj experiment v obrazovanii, 2012, no. 3, pp. 60–66.
8. Ivantsev A. S. Manufacturer of interference filters for atmospheric optical communications systems. Uchebnyj experiment v obrazovanii, 2012, no. 4, pp. 70–75.
9. Ivantsev A. S. features of formation of the chromium film in the vacuum-smart-condensing. Problems of atomic science and technique. nuclear-physical research, 1990, vol.2/10. pp. 77–78.
10. Ivantsev A. S. Structural changes in chromium films on steel 40X13 при heating. Proc. reports of the Symposium on synergetics. Moscow: IMET RAN, 1996, part 1, pp. 122–123.

Поступила 24.11.2017 г.

УДК 621.367
ББК 31.233

Свешников Виктор Константинович
доктор технических наук, профессор
кафедра физики и методики обучения физике
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия
physics@mordgpi.ru

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКА ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ КАТОДОВ

Аннотация. Предложен метод определения тока термоэлектронной эмиссии катода в разрядных трубках с помощью внешнего электрода. Рассмотренный метод может быть использован при постановке лабораторного практикума по курсам: физика, электронная техника, источники света.

Ключевые слова: термоэмиссия, катод, катодное падение, мостовая схема, потенциал.

Sveshnikov Viktor Konstantinovich
doctor of technical Sciences, Professor
Department of physics and methods of teaching physics
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

METHOD OF DETERMINING CURRENT OF THE THERMIONIC EMISSION CATHODES

Abstract. The method of determining the thermionic emission current of the cathode in discharge tubes with external electrodes. The method can be used in the formulation of a laboratory practical work on the courses: physics, electronics, engineering, light sources.

Keywords: thermoemissive, the cathode, the cathode fall, bridge, capacity.

Известные методы определения тока термоэлектронной эмиссии, основаны на регистрации момента прекращения высокочастотных колебаний, генерируемых катодной областью разряда, и на зависимости температуры катода от плотности разрядного тока. Эти методы сложны в реализации и требуют применения специальной аппаратуры.

Нами предложен метод для измерения тока термоэлектронной эмиссии катодов в разрядных трубках (РТ) с помощью внешнего электрода.

Действующее значение тока термоэмиссии определяется при нулевой напряженности электрического поля на катоде. Согласно [1], с увеличением разрядного тока катод переходит из несвободного режима работы в свободный, сопровождающийся возрастанием катодного падения потенциала. Следовательно, значение тока, при котором происходит резкое увеличение катодного падения потенциала, совпадает с током термоэмиссии.

Величина катодного падения потенциала нами определяется с помощью мостовой схемы с применением внешнего электрода (рис. 1). Плечом мостовой

схемы являются разрядная трубка, диоды $D1$, $D2$ и резисторы $R3$, $R4$, $R5$. Балансировка схемы осуществляется потенциометрами $R2$, $R3$, $R5$. Ток накала катода устанавливается реостатом $R1$. Среднее значение потенциала на электроде относительно катода определяется вольтметром V . Величина катодного падения потенциала может быть найдена из зависимости распределения потенциала электрода от его расстояния до катода.

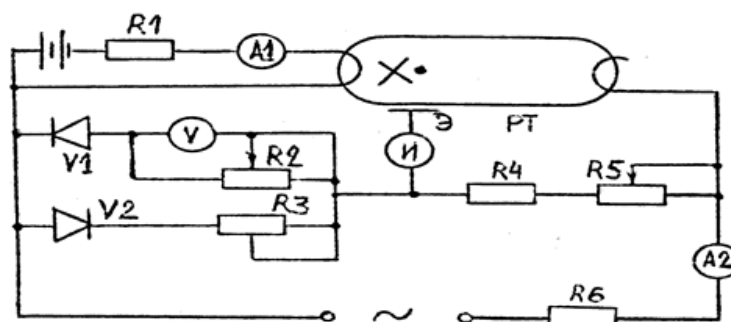


Рис. 1. Схема установки для определения тока термоэлектронной эмиссии катода: РТ – разрядная трубка; Э – внешний электрод; И – индикатор нуля

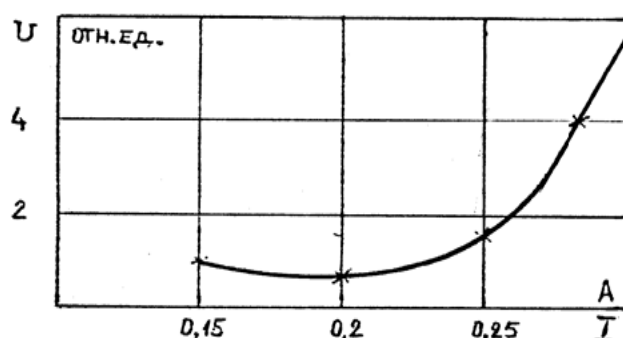


Рис. 2. Зависимость потенциала внешнего электрода от силы разрядного тока

В рассматриваемом случае ток термоэмиссии можно определить более простым способом, зафиксировав положение внешнего электрода относительно катода. Среднее значение потенциала $U_э$ электрода равно:

$$U_э = \Delta U_k + E(l - d_k), \quad (1)$$

где ΔU_k – катодное падение, потенциала; E – градиент потенциала плазменного столба разряда; d_k – протяженность катодной области.

Установим связь ΔU_k с разрядным током I , определяемым по формуле:

$$I = I_e + I_u, \quad (2)$$

где I_e , I_u – соответственно электронная и ионная составляющие тока.

Учитывая, что образование положительных ионов в разряде низкого давления происходит в основном в результате ударов первого рода [1], то ионную составляющую тока можно принять равной:

$$I_u = I_e K f [\Delta U_k - U_i]. \quad (3)$$

Здесь K – полная ионизирующая способность электронов заданных скоростей; f – доля ионов, достигающих катода; U_i – потенциал ионизации газа.

Согласно работы [2], $K = const$ для тех значений U_k , которые имеют место в разряде с накалившимся катодом. Подставляя (3) в (2), находим:

$$\Delta U_k = \frac{1}{Kf} I \left(\frac{I}{I_e} - I \right) + U_i. \quad (4)$$

Ток эмиссии I_e при накаленном катоде с незначительной погрешностью может быть принят равным току термоэмиссии [3]:

$$I_e = I_m. \quad (5)$$

Связь градиента потенциала плазменного столба с током I можно установить, исходя из уравнения баланса удельной мощности W разряда:

$$E = W / I. \quad (6)$$

Подставляя выражения (4), (6) в (1) и учитывая (5) получаем:

$$U_\varepsilon = \frac{1}{Kf} \left(\frac{I}{I_T} - I \right) + U_i + \frac{W}{I} (I - d_k). \quad (7)$$

Из выражения (7) следует, что при фиксированном положении электрода относительно катода ($l = d_k$) резкое увеличение потенциала электрода происходит при $I > I_T$.

Ток термоэмиссии можно определить из экспериментально полученной зависимости, связывающей потенциал электрода с разрядным током.

Измерение тока термоэмиссии прямонакального катода осуществлялся в РТ натриевых ламп ДНаО-85. Внешним электродом служила никелевая сетка шириной 10^{-2} м и размером ячеек $8 \cdot 10^{-4}$ м. Сетка, плотно облегающая разрядную трубку, располагалась от торцевой части катода на расстоянии, равном диаметру трубки.

На рис. 2 приведена одна из зависимостей потенциала внешнего электрода от тока разряда. Ток накала поддерживался равным 0,6 А. Из рисунка видно, что ток термоэмиссии катода равен 0,25 А.

Сравнение полученных данных с результатами зондовых измерений показало, что расхождение значений тока термоэмиссии катода составляет менее 10 %. Предложенный метод не требует применения специальной аппаратуры, что важно при постановке лабораторных работ.

Список использованных источников

1. Годяк, В. А. Диагностика плазмы зондом, приходящимся при плавающем потенциале / В. А. Годяк, А. А. Кузовников // Радиотехника и электроника. – 1968. – Т. 8. – № 33. – С. 557–560.
2. Грановский, В. Л. Электрический ток в газе / В. Л. Грановский // М. : Наука. – 1971. – 428 с.

References

1. Godyak V. A., Kuzovnikov A. A. Diagnostics of the plasma by the probe falling at a floating potential. Technology and electronics, 1968, 8, no. 33, pp. 557–560.
2. Granovsky V. L. Electrical current in gas. Moscow, Nauka, 1971, 428 p.

Поступила 12.10.2017 г.

УДК 681.5
ББК 332.85

Байнева Ирина Ивановна

кандидат технических наук, доцент
кафедра светотехники

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
baynevaii@rambler.ru

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ»

Аннотация. Рассматривается необходимость исследования теплового режима осветительных приборов. Описана лабораторная установка, на которой производятся измерения тепловые характеристик светильников. Приведена методика определения тепловых характеристик светильников.

Ключевые слова: лабораторная работа, осветительный прибор, температура, термограмма, мультиметр, тепловизор.

Bayneva Irina Ivanovna

candidate of science in technology, associate professor
department of light engineering

National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

LABORATORY WORK «STUDY OF THERMAL REGIME OF LIGHT DEVICES»

Abstract. We consider the necessity of studying the thermal regime of the light devices. Described laboratory plant, which produced the measuring thermal characteristics of light devices. The technique for determining the thermal characteristics of luminaires is given.

Keywords: laboratory work, light device, temperature, thermogram, multimeter, thermal imager.

Введение

Тепловым режимом осветительного прибора (ОП) называется режим рассеивания тепла, выделяемого источником [1–2]. От него в значительной степени зависят надёжность и безопасность ОП, их светотехнические и электротехнические характеристики. Для лучшего рассеяния в пространстве тепла, выделяющегося в ОП, предназначена теплотехническая арматура. Она может включать в себя устройства для прохождения конвекционных потоков, радиаторы и т. п. (рисунок 1) [3–4].

Исследование теплового режима светотехнических устройств всегда было и остается актуальной задачей, как для осветительных приборов с традиционными источниками света [5–6], так и со светодиодами [7–10]. При несоответствии теплового режима ОП и температурных характеристик комплектующих изделий и материалов резко сокращается срок службы приборов. Особенно это важно для светильников, предназначенных для работы в производственных помещениях с опасными условиями среды [11]. Светотехнические характеристики ОП также заметно зависят от температуры, т.к. при неправильно выбранных отражающих покрытиях их коэффициент отражения снижается при высокой температуре, покрытия желтеют, защитные плёнки теряют прозрачность, в результате чего не только уменьшается КПД, но и деформируется КСС. Необходимо иметь в виду также, что тепловой режим является одним из важнейших факторов выбора начальных параметров оптических систем большинства СП, определяющих (в значительной степени) габаритные размеры и весовые характеристики приборов [12].

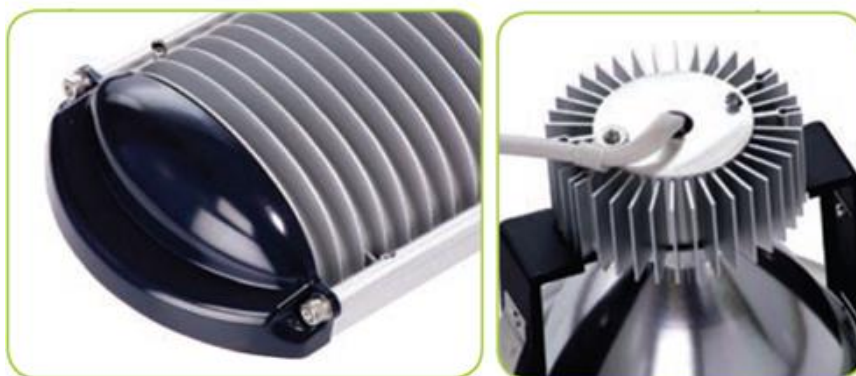


Рис. 1. Теплотехническая арматура ОП

Теоретическая часть

Стационарным тепловым режимом называется такой режим, при котором температура отдельных частей ОП изменяется в течение 1 ч не более чем на 1°C.

Количественной характеристикой теплового режима ОП или его отдельных элементов является превышение температуры характерных точек светового прибора над температурой окружающего воздуха, и распределение этого превышения по поверхности ОП.

В основе теплового режима ОП лежат явления теплопереноса: тепловое излучение, конвекция и теплопроводность.

Тепловое излучение описывается законом Стефана-Больцмана, тепловая конвекция – законом Ньютона, теплопроводность – законом тепловой диффузии.

Тепловой режим ОП определяется его конструкцией (наличие и отсутствие отражателя (рассеивателя), его замкнутости и габаритов), а также ориентацией светового отверстия или прибора в целом.

Тепловые режимы ОП различной конструкции, с разными типами источников света, с различным числом и мощностью ламп, выполненных из разнообразных материалов, варьируются в очень широких пределах.

Классифицировать ОП с высокотемпературными источниками света можно следующим образом.

Все светильники можно разделить на три основные группы:

I – светильники с естественной вентиляцией;

II – светильники с принудительной вентиляцией газовым теплоносителем (в основном воздухом);

III – светильники с принудительным охлаждением жидким теплоносителем (в основном водой).

Основной и наиболее крупной группой является группа I, которая разбивается на подгруппы:

Подгруппа А включает светильники, у которых наиболее теплонапряжённый узел патрона расположен в одной полости с лампой.

В подгруппу Б входят светильники с узлом патрона, теплоизолированным от лампы.

Подгруппа В включает ОП с интенсивной естественной вентиляцией ламп и патронов (обычно из кольцевых экранирующих решёток).

Подгруппы делятся на светотехнические варианты, которые включают разные конструктивные исполнения.

По характеру естественной вентиляции все светильники группы I подразделены на 3 исполнения:

1 – закрытые с замкнутой оболочкой (внутренняя полость которой не вентилируется);

2 – открытые с нижним выходным отверстием (внутренняя полость практически не вентилируется);

3 – открытые вентилируемые с нижним выходным отверстием и вентиляционными отверстиями (в верхней части отверстия или отражателя).

Тепловой режим ОП определяется в основном теплонапряжённостью конструкции (1), характеризуемой удельной мощностью на единицу поверхности (или объёма)

$$\bar{p} = \frac{P}{S}, \quad (1)$$

где P – суммарная мощность источников света в ОП;

S – суммарная площадь его теплоотдающей оболочки (корпуса, отражателя, рассеивателя).

Для объективной оценки и сопоставления тепловых режимов различных ОП (вне зависимости от их конструкции, габаритов, формы, типа и мощности ламп и других факторов) введены коэффициенты ($K_{\Delta t,i}$) (2), показывающие, во сколько раз превышают значения ($\Delta t_{c,i}$) комплектующих изделий (i – лампы, ПРА, патронов и проводов) в ОП по сравнению со значениями ($\Delta t_{o,i}$) этих же комплектующих изделий (при работе вне осветительной арматуры на открытом воздухе):

$$K_{\Delta t,i} = \frac{\Delta t_{c,i}}{\Delta t_{o,i}}. \quad (2)$$

Обычно $K_{\Delta t}$ находится в пределах: 1,5–3.

Для анализа температурных режимов ОП применяются современные методы компьютерного моделирования, используется специализированное программное обеспечение (SolidWorks, Cfdesign и др.) (рисунок 2). Это сокращает срок проектирования ОП за счёт компьютерного моделирования физических процессов в 3D моделях на ранних этапах проектирования.

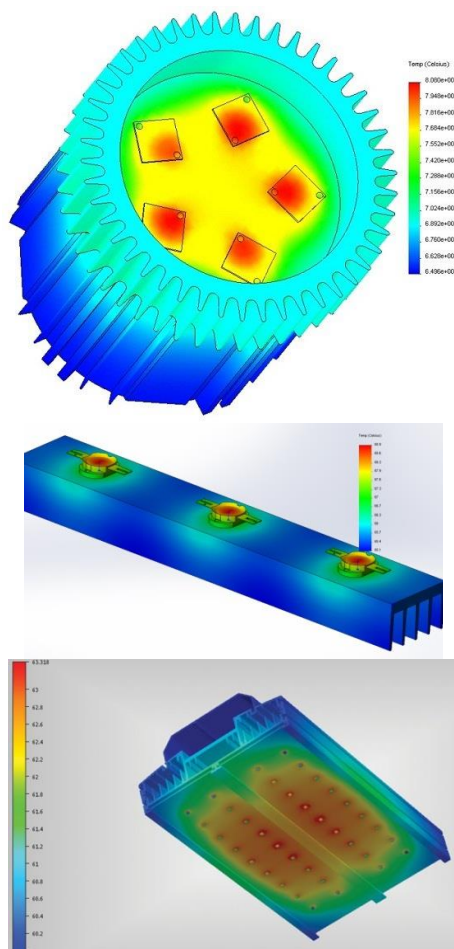


Рис. 2. Компьютерное моделирование теплового режима СП

Экспериментальная установка и оборудование

Целью работы является экспериментальное исследование теплового режима ОП – светильников. Экспериментальная установка состоит из исследуемых светильников, цифрового мультиметра Mastech M838 (рисунок 3, а) и тепловизора Testo 881 (рисунок 3, б). Установка позволяет измерять температуру на поверхности светильников в рекомендуемых точках.

Мультиметры серии M83 представляют собой портативный электроизмерительный прибор с цифровым 3,5-разрядным жидкокристаллическим индикатором (дисплеем) с автономным питанием. Мультиметр имеет возможность измерять температуру в диапазоне $-20\div+1370^{\circ}\text{C}$ с помощью входящей в комплект термопары открытого типа.

Технические характеристики цифрового мультиметра M838:

- количество измерений в секунду 2;
- постоянное напряжение $U = 0,1\text{ мВ} - 600\text{ В}$;
- переменное напряжение $U \sim 0,1\text{ В} - 600\text{ В}$;
- постоянный ток $I = 2\text{ мА} - 10\text{ А}$;
- диапазон частот по переменному току 40–400 Гц;
- сопротивление $R = 0,1\text{ Ом} - 2\text{ Мом}$;
- температура $t = -20^{\circ}\div+1370^{\circ}\text{C}$;
- габариты 65×125×28 мм.

Тепловизор представляет собой устройство, предназначенное для наблюдения за изменением распределения температуры на той или иной поверхности. Все фиксируемые изменения отображаются на дисплее устройства в виде цветового поля, на котором определенный цвет соответствует некоторому значению температуры.

Тепловизор Testo 881 предназначен для бесконтактной диагностики различных материалов и компонентов. Диапазон измеряемых температур составляет от -20 до $+350^{\circ}\text{C}$. Полученные снимки обрабатываются с помощью программного обеспечения Testo IRSoft.

Профиль температуры используется для анализа температурных кривых. Пример термограмм представлен на рисунке 4.



а



б

Рис. 3. Оборудование для проведения эксперимента:
а – цифровой мультиметр Mastech M838; б – тепловизор Testo 881

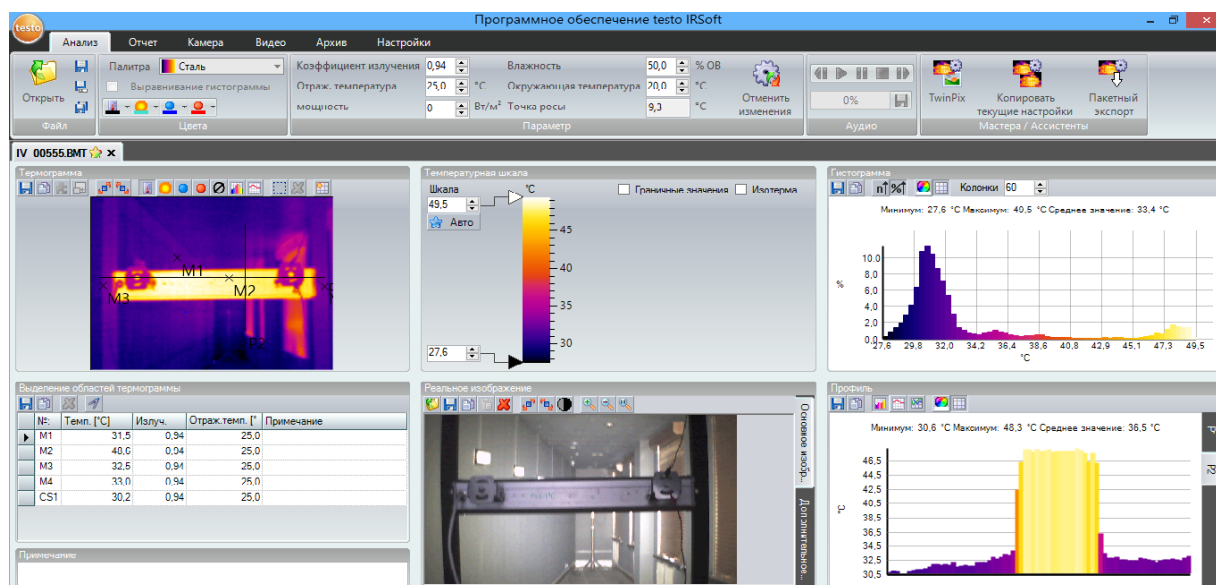


Рис. 4. Термограмма светильника

Методические указания и задание к работе

1. Для измерения температуры объекта мультиметром M838 необходимо установить переключатель функций напротив сектора «С», термopару подключить к разъёмам «COM» и «VmA», затем коснуться термopарой исследуемого объекта, и на экране появится его температура, выраженная в градусах Цельсия.
2. Определить распределение температуры t_i в рекомендуемых точках поверхности светильника.
 - 2.1. Установить светильник в одно из стандартных положений.
 - 2.2. Включить светильник и мультиметр.
 - 2.3. Измерять температуру в каждой точке через каждые 3 минуты.

2.4. Зафиксировать время работы светильника, при котором за последний 3-минутный интервал температура на исследуемом элементе изменится не более чем на $0,2^{\circ}\text{C}$. Этот интервал является временем вхождения светильника в стационарный тепловой режим, по истечении которого распределение температуры по светильнику можно считать постоянным.

2.5. Измерить температуру последовательно в других указанных точках на световом приборе после 1–2-минутной выдержки.

2.6. Выключить светильник и охладить его в течение 10 минут.

2.7. Установить светильник в другое стандартное положение.

2.8. Произвести работу в соответствии с п. 2.2–2.6.

2.9. Выключить светильник и измерительный прибор.

3. Построить графики распределения температуры светильников в виде расположения характерных точек на поверхности светильника (рисунок 5).

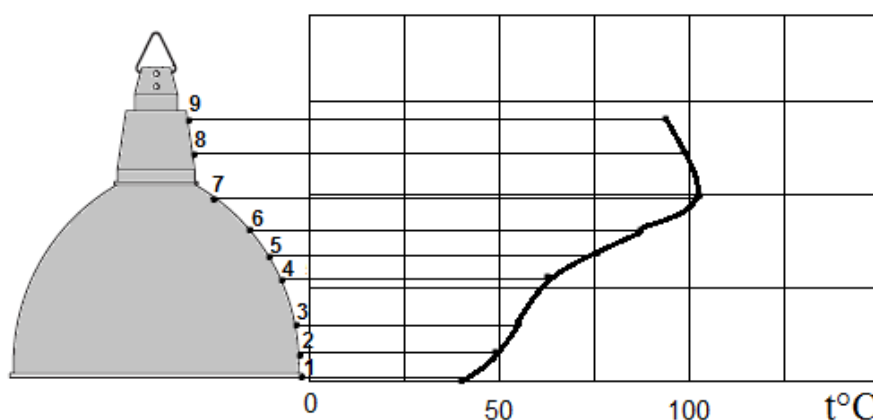


Рис. 5. Распределение температуры по поверхности светильника (усредненные значения температур)

4. Определить распределение превышения температуры Δt_i в рекомендуемых точках поверхности светильника.

5. Для снятия термограмм исследуемых ОП с помощью тепловизора Testo 881 нужно привести его камеру на светильник, зафиксировать и выполнить снимок.

6. Полученные снимки обработать с помощью программного обеспечения Testo IRSoft. Привести термограммы светильников, проанализировать профили температуры.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют ОП с высокотемпературными источниками света?
2. Что такое стационарный тепловой режим ОП?
3. Что такое теплонапряжённость конструкции ОП?
4. Приведите характеристики цифрового мультиметра Mastech M838.
5. Какое из указанных стандартных положений светильника способствует более быстрому переходу к стационарному тепловому режиму?

6. Какое положение светильника соответствует более легкому тепловому режиму?

7. Каковы основные различия в распределении температуры, характерные для двух положений светильника?

8. Где в светильнике находятся наиболее горячие точки при его разных положениях?

Список использованных источников

1. Байнева, И. И. Осветительные приборы : учеб. пособие / И. И. Байнева. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – 128 с.

2. Байнева, И. И. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Осветительные приборы» / И. И. Байнева. – Саранск, 2016. – 52 с.

3. Байнева И. И. Световые приборы. Электронное учебное пособие для студентов направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника» / Регистрационное свидетельство №38108 от 6 февраля 2015 г., номер государственной регистрации 0321403578. Саранск, 2015.

4. Bayneva I. I. Concerns Of Design Of The Energy-Efficient Fixtures // International Journal of Applied Engineering Research, 2015, Vol.10, pp. 6479-6487.

5. Bayneva I. I. Features of optical modeling in educational and scientific activity. J. Fundam.Appl. Sci, 2017, 9(1S), pp. 41-48.

6. Байнев, В. В. Компьютерный расчет и моделирование светодиодных осветительных систем / В. В. Байнев // Прикладная информатика. – №3(69). – 2017. – С. 40–49.

7. Байнев, В. В. Компьютерное моделирование и расчет светодиодных модулей / В. В. Байнев // Полупроводниковая светотехника. 2017. – № 2 (46). – С. 62–66.

8. Байнева, И. И. Исследование теплового режима светодиодной лампы-ретрофита / И. И. Байнева, А. Ю. Егоров // Материалы XXI научно-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов МГУ им. Н. П. Огарёва : в 3 ч. Ч. 1 : Техн. науки / сост. А. В. Столяров ; отв. за вып. П. В. Сенин. – Саранск : Мордов. гос. ун-т, 2017. – С.62–66.

9. Bayneva I. I. The features and prospects for the development of modern halogen light sources // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016, 11(4), pp. 701–704.

10. Байков, А. С. Особенности организации работ и освещения в производственных помещениях с опасными условиями среды / А. С. Байков, И. И. Байнева // XLV Огарёвские чтения : материалы науч. конф. : в 3 ч. Ч. 1 : Технические науки / отв. за вып. П. В. Сенин. – Саранск : Мордов. гос. ун-т, 2017. – С. 119–124.

11. Байнева, И. И. Разработка компьютерной модели для теплового расчета световых приборов / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.- техн. конф. – Саранск: СВМО, 2010. – С153–156.

References

1. Bayneva I. I. Lighting devices: a manual. Saransk, Mordov Publishing House. University, 2017, 128 p.

2. Bayneva I. I. Methodical instructions to laboratory works on discipline «Light devices». Saransk, Publisher V.S. Afanasiev, 2016, 52 p.

3. Bayneva I. I. Light devices. Electronic educational and methodical complex for students training areas «Electronics and Nanoelectronics». Registration certificate №38107 on February 6, 2015 the state registration number 0321403577. Saransk, 2015.

4. Bayneva I. I. Light devices. Electronic textbook for students training areas «Electronics and Nanoelectronics». Registration certificate №38108 on February 6, 2015 the state registration number 0321403578. Saransk, 2015.

5. Bayneva I. I. Concerns Of Design Of The Energy-Efficient Fixtures. International Journal of Applied Engineering Research, 2015, Vol.10, pp. 6479-6487.
6. Bayneva I. I. Features of optical modeling in educational and scientific activity. J. Fundam. Appl. Sci, 2017, 9(1S), pp. 41-48.
7. Baynev V. V. Computer modeling and calculation of LED lighting systems. Journal of Applied Informatics, 2017, 3(69), pp. 40–49.
8. Baynev V. V. Computer modeling and calculation of LED modules. Semiconductor lighting, 2017, 2(46), pp. 62-66.
9. Bayneva I. I., Egorov A. Yu. Investigation of the thermal regime of the LED retrofit lamp. Materials XXI scientific and practical. Conf. young scientists, post-graduate students and students of MSU N. P. Ogaryova, Saransk: Mordov. state. Univ., 2017, pp. 62-66.
10. Bayneva I. I. The features and prospects for the development of modern halogen light sources. Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016, 11(4), pp. 701-704.
11. Baykov A. S., Bayneva I. I. Features of the organization of works and lighting in industrial premises with hazardous environmental conditions. XLV Ogarev's readings: materials of scientific. Conf., Saransk, Mordov. state. univ., 2017, pp. 119-124.
12. Bayneva I. I., Baynev V. V. Development of a computer model for the thermal calculation of light devices. Problems and prospects for the development of domestic lighting, electrical engineering and energy, Sat. sci. tr. VIII Intern. scientific-technical. Conf. Saransk, SVMO, 2010, pp. 153-156.

Поступила 12.09.2017 г.

УДК 004.9(045)
ББК 32.973-018.2

Пантелеев Александр Владимирович

кандидат технических наук, доцент
кафедра информационной безопасности и сервиса
институт электроники и светотехники
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
alex_stf@rambler.ru

Куликов Владимир Григорьевич

аспирант
направление подготовки «Электро- и теплотехника»
института электроники и светотехники
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск, Россия
Kulikov110@mail.ru

Пауткина Ольга Ивановна

старший преподаватель
кафедра информатики и вычислительной техники
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия
Olga_pautkina@mail.ru

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО СВЕТИЛЬНИКА

Аннотация. В статье приведено компьютерное моделирование в программе Micro-Cap 9.0 источника питания на основе электромагнитного балласта. Проведен анализ режимов работы светодиодов с балластами на пассивных и реактивных элементах. Получены расчетные выражения для выбора реактивных элементов. Определены основные характеристики исследуемого источника питания.

Ключевые слова: энергосбережение, светодиод, источник питания, драйвер, балласт, дроссель, моделирование, светильник, характеристики.

Panteleev Aleksandr Vladimirovich

Candidate of technical Sciences, docent

department of Information security and service Institute for electronics and lighting
National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

Kulikov Vladimir Grigorievich

post-graduate specialty "Electrical and heat engineering"

Institute of electronics and lighting engineering

National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

Pautkina Olga Ivanovna

senior teacher

Department of Informatics and computer engineering
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

COMPUTER SIMULATION OF POWER SUPPLY ENERGY SAVING LAMP

Abstract. In the article, computer simulation in the program Micro-Cap 9.0 of a power source based on electromagnetic ballast. The analysis of operating modes of light-emitting diodes with ballasts on passive and reactive elements is carried out. Calculation expressions for the choice of reactive elements are obtained. The main characteristics of the power source under investigation are determined.

Keywords: energy saving, led, power source, driver, ballast, throttle, modeling, lamp, characteristics.

Энергоэффективность и энергосбережение являются одним из приоритетных направлений развития российской экономики. Сбережение энергии представляет собой комплекс различных задач. Одной из них является снижение затрат электрической энергии на освещение.

К энергоэффективным источникам света относят газоразрядные лампы и светодиодные светильники. Газоразрядные светильники имеют существенные недостатки, такие как сравнительно небольшой срок службы и необходимость последующей утилизации. Переход к освещению на основе полупроводниковых источников света предпочтителен, поскольку светодиодные светильники имеют срок службы до 50 тысяч часов и не содержат узлов, подлежащих периодической замене.

В настоящее время большинство производителей используют для питания светодиодов в светильниках высокочастотные блоки питания (драйверы).

Несмотря на ряд достоинств (компактные размеры, стабилизация тока светодиодов, широкий диапазон напряжения питания), качественные драйверы являются достаточно сложными и дорогостоящими изделиями, что значительно увеличивает стоимость светильника.

Одним из способов существенного снижения стоимости конечного изделия является применение простейших пассивных источников питания.

Целью проведенной работы являлось – разработка и компьютерное моделирование источника питания для светодиодов с применением электромагнитного балласта для повышения энергетических, технико-экономических и массогабаритных показателей.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести анализ режимов работы светодиодов с балластами на пассивных и реактивных элементах;
- моделирование схемы в программе MicroCap.

Светодиод имеет сильную зависимость тока от напряжения, которая описывается вольт-амперной характеристикой (ВАХ). Так как она экспоненциальная, для питания светодиода необходимо задавать ток. Если использовать простые резисторы – понизится КПД светильника, возникнет дополнительный нагрев всей конструкции, что может вызвать эффект теплового разгона [1].

Питание светодиодов с применением емкостного балласта имеет высокий КПД (более 70 %) т.к. активные потери схемы минимальны, основную долю которых вносит резистор ограничения бросков тока [2].

В качестве реактивного балласта в источнике питания светодиодов является дроссель ПРА. Использование в качестве балласта «реактивного» элемента, дросселя, с эквивалентным сопротивлением, равным значению R , позволяет достичь высоких значений КПД, особенно на больших мощностях (более 15 Вт) [3].

Современные методы сквозного моделирования позволяют с высокой точностью рассчитать как отдельные блоки электрической схемы, так и схему всего устройства с выдачей номиналов конкретных электронных компонентов и их режимов работы.

В программе схемотехнического моделирования Micro-Cap 9.0 рассчитаны варианты источников питания для промышленного светильника мощностью 100 Вт (рис. 1)

За основу моделирования были взяты параметры стандартных комплектов ПРА (дроссель, компенсирующий конденсатор) для разрядных ламп на соответствующую мощность [4].

Для схемотехнического моделирования данный эквивалент представим из последовательно включенных идеальных элементов: резистор $R_{d_{LED}}$, источник падения напряжения из D_{LED} и V_2 . Количество последовательно включенных светодиодов и их групп рассчитываются исходя из общей мощности светильника и тока, который задает электромагнитный балласт L_1 .

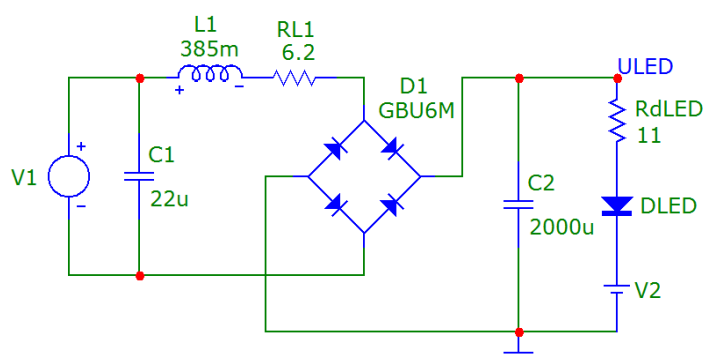


Рис. 1. Схема дроссельного блока питания для светильника мощностью 100 Вт

Резистор R_{dLED} рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{dLED} = \frac{\Delta U}{\Delta I} \cdot n, \quad (1)$$

где ΔU – изменение падения напряжения на светодиоде при изменении тока на ΔI по ВАХ; n – количество последовательно включенных светодиодов.

Общее падение напряжения последовательно включенных светодиодов определяется как сумма падений напряжения на каждом светодиоде, которое также находится по ВАХ при заданном токе.

Тогда на эквиваленте общее падение напряжения можно представить так:

$$U_{LED} = U_{R_{dLED}} + V2, \quad (2)$$

где $U_{R_{dLED}}$ – падения напряжения на R_{dLED} ; $V1$ – источник падения напряжения с $R_{внутр.} = 0$ и задается исходя из количества последовательно включенных светодиодов при заданном токе по ВАХ.

Значение емкости компенсирующего конденсатора $C1$ подбирается по расчетам переходных процессов (рис. 2).

Подбирая значение конденсатора $C1$, нужно добиться на графиках напряжения сети ($v(V1)$) и тока потребления сети ($i(V1)$) максимального совпадения по фазе [5].

Основные характеристики источника питания: КПД – не менее 85 %, коэффициент потребляемой мощности – не менее 0,85; изменение тока при колебаниях сетевого напряжения на 10% – не более 12 %.

Разработанный источник питания соответствует всем требованиям к источнику питания промышленного светильника.

Полученные результаты могут быть использованы при организации обучения, в том числе и дистанционного, дисциплинам, направленным на изучение компьютерного моделирования в прикладных программных средствах [7].

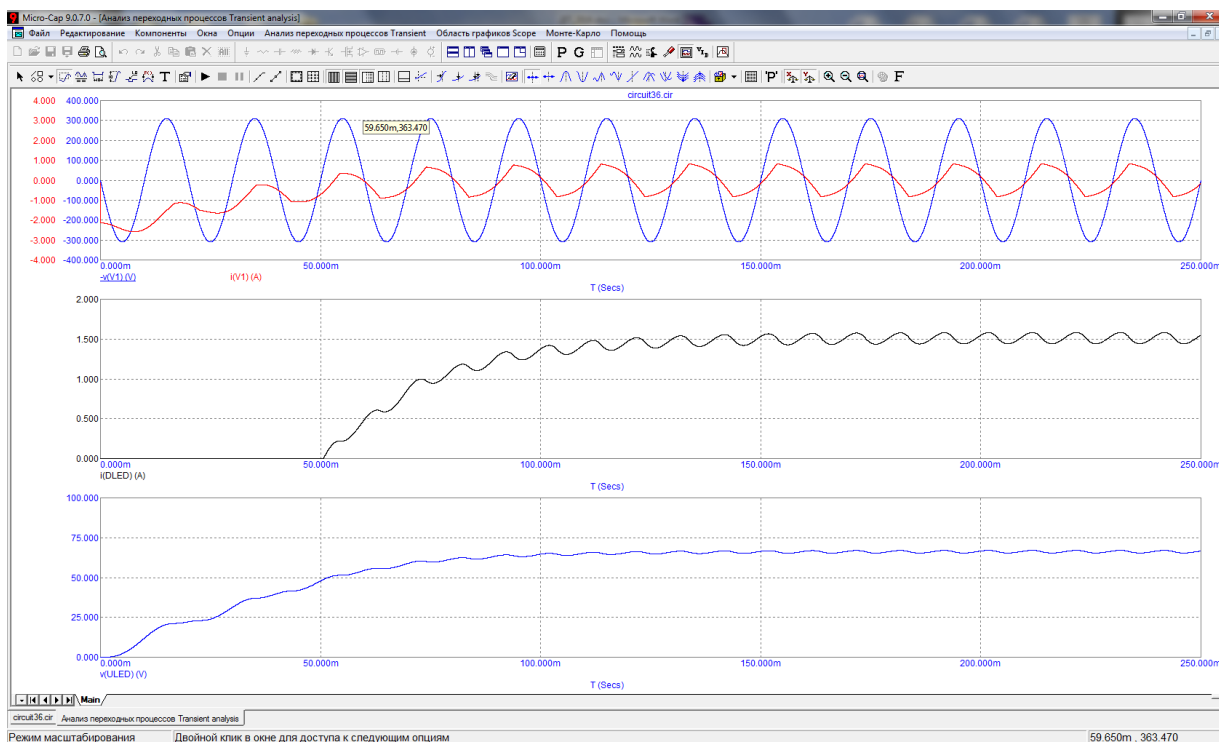


Рис. 2. Переходные процессы блока питания для светильника мощностью 100 Вт

Список использованных источников

1. Пантелеев, А. В. Анализ режима работы светодиодов с r-балластом / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина, В.Г. Куликов // Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований: материалы междунар. науч.-практ. конф. (31 августа 2017 г. ОВН-185, Санкт-Петербург). – С. 116–118.
2. Пантелеев, А. В. Метод расчета емкостного ограничителя переменного тока / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина, В.Г. Куликов // Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований: материалы междунар. науч.-практ. конф. (31 августа 2017 г. ОВН-185, Санкт-Петербург). – С. 118–120.
3. Пантелеев, А. В. Анализ работы индуктивного балласта / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина, В.Г. Куликов // Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований: материалы междунар. науч.-практ. конф. (31 августа 2017 г. ОВН-185, Санкт-Петербург). – С. 121–122.
4. Пантелеев, А. В. Применение дросселей ПРА для питания светодиодов / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина, В.Г. Куликов // Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований: междунар. науч.-практ. конф. (31 августа 2017 г. ОВН-185, Санкт-Петербург). – С. 123–125.
5. Пантелеев, А. В. Моделирование электрической схемы источника питания для светодиодного светильника / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина, В.Г. Куликов // Перспективы развития современной науки. Влияние инновационных технологий на развитие современной экономики: материалы междунар. науч.-практ. конф. (7 сентября 2017 г. СЭФ-491, Саратов). – С. 21–23.
6. Пантелеев, А. В. Требования к промышленному светильнику / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина, В.Г. Куликов // Основные направления фундаментальных и прикладных научных исследований: материалы междунар. науч.-практ. конф. (31 августа 2017 г. ОВН-185, Санкт-Петербург). – С. 125–127.
7. Пантелеев, А. В. Технологии электронного обучения в вузе / А.В. Пантелеев, О.И. Пауткина // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 1(77). – С. 46–50.

References

1. Panteleev A.V., Pautkina O.I., Kulikov V. G. Analysis of the operation of the LEDs with r-ballast . Main directions of fundamental and applied scientific researches: materials of international scientific-practical conference (August 31, 2017, IOD-185, St-Petersburg), pp. 116–118.
2. Panteleev A.V., Pautkina O.I., Kulikov V. G. The Method of calculation of the capacitive limiter AC. Main directions of fundamental and applied scientific researches: materials of international scientific-practical conference (August 31, 2017, IOD-185, St-Petersburg), pp. 118–120.
3. Panteleev A.V., Pautkina O.I., Kulikov V. G. Analysis of operation inductive. Main directions of fundamental and applied scientific researches: materials of international scientific-practical conference (August 31, 2017, IOD-185, St-Petersburg), pp. 121–122.
4. Panteleev A.V., Pautkina O.I., Kulikov V. G. The Use of inductors BALLASTS for powering LEDs. Main directions of fundamental and applied scientific researches: materials of international scientific-practical conference (August 31, 2017, IOD-185, St-Petersburg), pp. 123–125.
5. Panteleev A.V., Pautkina O.I., Kulikov V. G. Simulation of electrical circuits power supply for led lamp. Prospects of development of modern science. The impact of innovative technologies on the development of modern Economics: materials of international scientific-practical conference (September 7, 2017 SEF-491, Saratov), pp. 21–23.
6. Panteleev A.V., Pautkina O.I., Kulikov V. G. Requirements for industrial lamp. Main directions of fundamental and applied scientific researches: materials of international scientific-practical conference (August 31, 2017, IOD-185, St-Petersburg), pp. 125–127.
7. Panteleev A.V., Pautkina O.I. E-learning in higher education. *Uchebnyj experiment v obrazovanii*, 2016, 1(77), pp. 46–50.

Поступила 23.11.2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

И. А. Зеткина, О. В. Шуляпова

Наследие Фёдора Фёдоровича Ушакова в опыте работы педагогов Республики Мордовия ... 8

И. Б. Виноградова

Справедливость как базовый принцип этической культуры юриста 14

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

И. И. Байнева

Роль инженерных классов в современной системе технического образования 19

Ю. С. Жаркова, Н. С. Пантюшина

Особенности обучения учащихся педагогических вузов методам функционального анализа 29

М. В. Ладошкин, Н. В. Ходырева

Обучение решению тригонометрических уравнений при подготовке к Единому государственному экзамену 34

Н. В. Вознесенская, Н. С. Левочкина

Образовательная робототехника в дополнительном образовании детей 41

С. С. Сорокин

Развитие технических и логических способностей учащихся посредством образовательной робототехники 45

А. Х. Биккиняева

Методика проблемного изучения темы «Масса тела, единицы и способы измерения массы» в курсе физики средней школы 50

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

А. А. Воронков

Переходные процессы в цепях с силовыми транзисторами при внешних коротких замыканиях 61

М. А. Васютин, Н. Д. Кузьмичев, Д. А. Шилкин

Вольт-амперные характеристики джозефсоновской среды высокотемпературного сверхпроводника YBCO в магнитном поле 65

А. С. Иванцев

Метод расчета многослойных интерференционных покрытий для галогенных зеркальных ламп накаливания с металлическими отражателями 71

В. К. Свешников

Метод определения тока термоэлектронной эмиссии катодов 77

И. И. Байнева

Лабораторная работа «Исследование теплового режима осветительных приборов» 80

А. В. Пантелеев, В. Г. Куликов, О. И. Пауткина

Компьютерное моделирование источника питания энергосберегающего светильника 88

CONTENTS
HUMAN SCIENCES**I. A. Zetkina, O. V. Shuljapova**

The legacy of Fedor Fedorovich Ushakov experience teachers of the Republic of Mordovia 8

I. B. Vinogradova

Justice as a basic principle of the ethical culture of a lawyer 14

SCIENCE**I. I. Bayneva**

The role of engineering classes in the modern system of technical education 19

Ju. S. Zharkova, N. S. Pantyushina

Peculiarities of training of students of pedagogical university to methods of functional analysis 29

M. V. Ladoshkin, N. V. Khodyreva

Training to solve trigonometric equations in preparation for the exam 34

N. V. Voznesenskaya, N. S. Levochkina

Educational robotics in additional education of children 41

S. S. Sorokin

The development of technical and logical abilities of students through educational robotics 45

A. H. Bikineeva

Methodology the problem of studying the theme "Body eight, units and methods of measurement for weight" in the course of physics of high school 50

ENGINEERING SCIENCE**A. A. Voronkov**

Transient in power transistor circuit with external short-circuit 61

M. A. Vasyutin, N. D. Kuzmichev, D. A. Shilkin

Voltage-ampere characteristics of the Josephson environment of a high-temperature Superconductor YBCO in a magnetic field 65

A. S. Ivantsev

The method of calculation of multilayer interference coatings for halogen mirror bulbs with metal reflectors 71

V. K. Sveshnikov

Method of determining current of the thermionic emission cathodes 77

I. I. Bayneva

Laboratory work «Study of thermal regime of light devices» 80

A. V. Pantelev, V. G. Kulikov, O. I. Pautkina

Computer simulation of power supply energy saving lamp 88

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА**

«УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ»

Журнал включает разделы:

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

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

1. В редакцию необходимо представлять следующие материалы:

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

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

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

1.4 *Согласие* на размещение личных данных.

1.5 *Заявка* на публикацию в журнале.

1.6 *Лицензионный договор*.

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

1.8 *Фамилия, имя, отчество автора(ов)*, название статьи, аннотация (не более 0,3 стр.), ключевые слова и фразы на русском и английском языках.

1.9 В конце статьи – список использованных источников на русском и английском языках (оформление – см. п. 2.5.).

1.10 *Индекс УДК* (универсальная десятичная классификация), *ББК* (Библиотечно-библиографическая классификация).

2. Правила оформления рукописи статьи в печатном виде:

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

2.2 Размеры полей страницы формата А4 сверху и снизу по 20 мм, слева 30 мм, справа 15 мм.

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

2.4 Основной текст рукописи может включать таблицы, рисунки, фотографии (черно-белые или цветные). Данные объекты должны иметь названия и сквозную нумерацию. Качество предоставления рисунков и фотографий – высокое, пригодное для сканирования. Шрифт таблиц должен соответствовать требованиям, предъявляемым к основному тексту статьи (см. п. 2.1). Шрифт надписей внутри рисунков – Times New Roman № 12 (обычный).

2.5 Список использованных источников размещается в конце статьи в алфавитном порядке. Ссылки на литературу в тексте заключаются в квадратные скобки. Оформление списка следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

2.6 Список использованных источников с русскоязычными и другими ссылками *в романском алфавите* (References) оформляется по стандартам SCOPUS.

3. Правила оформления рукописи статьи в электронном виде

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

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

4. Общие требования:

4.1 Редакция оставляет за собой право дополнительно назначать экспертов.

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

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

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

4.5 Гонорар за опубликованные статьи не выплачивается.

4.6 Рукописи статей с необходимыми материалами представляются ответственному секретарю журнала по адресу:

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

5. Порядок рассмотрения статей, поступивших в редакцию:

5.1 Поступившие статьи рассматриваются в течение месяца.

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

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

5.4 Редакция не несет ответственность за допущенные авторами ошибки и плагиат в содержании статей. Редакция в течение 7 дней уведомляет авторов о получении статьи. Через месяц после регистрации статьи редакция сообщает авторам о результатах рецензирования и о сроках публикации статьи.

С дополнительной информацией о журнале можно ознакомиться на сайте <http://www.mordgpi.ru/science/journal-experiment>.

5.5 Адрес редакции: 430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, 11 а, каб. 221. Тел.: (834-2) 33-92-83 (главный редактор), (834-2) 33-92-82 (ответственный секретарь); тел./факс: (8342) 33-92-67.

**Осуществляется подписка на научно-методический журнал
«Учебный эксперимент в образовании»**

С правилами оформления и представления статей для опубликования можно ознакомиться на сайте института в сети Интернет www.mordgpi.ru, либо в редакции журнала.

Журнал выходит 4 раза в год, распространяется только по подписке. Подписчики имеют преимущество в публикации научных работ. На журнал можно подписаться в почтовых отделениях: индекс в Каталоге Российской прессы «Почта России» 31458.

Подписная цена на полугодие – 456 руб. 80 коп. Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, ПИ № ФС77-43655 от 24 января 2011 г.

По всем вопросам подписки и распространения журнала, а также оформления и представления статей для опубликования обращаться по адресу: 430007, г. Саранск, ул. Студенческая, д. 11а, каб. 221.

Тел.: (8342) 33-92-82; тел./факс: (8342) 33-92-67; эл. почта: edu_exp@mail.ru.

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ
Научно-методический журнал
№4 (84)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-43655 от 24 января 2011 г.

Свободная цена

Подписано в печать 08.12.2017
Дата выхода в свет 22.12.2017
Формат 70x100 1/16. Печать ризография.
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 15,5.
Тираж 250 экз. Заказ № 135.

Адрес издателя и редакции журнала «Учебный эксперимент в образовании»
430007, г. Саранск, Республика Мордовия, ул. Студенческая, д. 11а
Отпечатано в редакционно-издательском центре
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
институт им. М. Е. Евсевьева»
430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, 13