

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТ  
В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

1(85)/2018

---

ISSN 2079-875X

**Scientific and methodological journal**

**Uchebnyi experiment  
v obrazovanii**

**1(85) / 2018**

Научно-методический  
журнал

№ 1 (85) (январь – март)  
2018

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](http://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», 2018

**Scientific and methodological  
journal**

**№ 1(85) (January - March)**

**2018**

**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](http://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», 2018

# ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 1(091)(470.571)(045)

ББК 87.25

**Зейналов Гусейн Гардаш оглы**

доктор философских наук, профессор

кафедра философии

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический

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

zggo@mail.ru

## РОЛЬ РУССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ ОСНОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ<sup>1</sup>

**Аннотация.** В статье проведен анализ основных вех деятельности русского технического общества. Деятельность Русского технического общества составляет один из важных пластов в истории России. Общество способствовало индустриализации России, становлению промышленного производства, формированию технического образования, что в целом должно было обеспечить безопасность страны.

**Ключевые слова:** Русское техническое общество, промышленность, индустриализация, техническое образование, техническая культура.

**Zeynalov Huseyn oglu Gardash**

doctor of philosophical Sciences, Professor

Department of philosophy

Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

## THE ROLE OF THE RUSSIAN TECHNICAL SOCIETY IN SHAPING THE FOUNDATIONS OF INDUSTRY AND TECHNICAL EDUCATION

**Abstract:** The activities of the Russian Technical Society (1866-1929) constitute one important layer in the history of Russia. The society contributed to the industrialization of Russia, the development of industrial production, the formation of technical education. What in integrity was to ensure the security of the country. This article analyzes the main milestones of the Russian technical society.

**Keywords:** Russian technical society, industry, industrialization, technical education, technical culture.

Русское техническое общество было основано в 1866 году. Основные причины создания Русского технического общества: поражение России в Крымской войне и необходимость индустриализации; развитие промышленности и конкуренция с развитыми экономиками мира; возникновение новых областей научного знания и недостаток в подготовленных инженерных кадрах; экономическая отсталость и необходимость мобилизации научного потенциала.

Александр II 22 апреля 1866 года утверждает устав Русского техническо-

<sup>1</sup> Работа подготовлена в рамках деятельности Мордовского научного центра Российской академии образования.

го общества. Официальное открытие общества происходит 20 ноября 1866 года при торжественных условиях. Русскому техническому обществу 22 апреля 1874 года Императором Александром II было даровано наименование «Императорское». Октябрьская революция 1917 года вносит радикальные перемены в деятельность Русского технического общества. Исходя из требований Советского государства, в 1923 году принимаются новый устав и программа Русского технического общества «Об основных нуждах промышленности». В 1929 году Русское техническое общество было закрыто.

Первым председателем *Русского технического общества* в 1867 году Александром II был назначен Дельви́г Андрей Иванович, инженер-генерал, инженер путей сообщения (08.03.1867–21.11.1870). Пётр Аркадьевич Кочубей, ученый, минеролог председательствовал 22 года (21.11.1870–11.04.1892). Далее должность Председателя занимали: К. Н. Посьет (11.04.1892–1894); М. И. Кази (28.02.1894–24.06.1896); Н. П. Петров (30.11.1896–30.02.1905); В. И. Ковалевский (02.12.1906–23.01.1916); Д. Л. Иванов (02.1916–1917).

Членами Русского технического общества были известные ученые, крупные промышленники, представители императорской фамилии. С 1874 года осуществлялся патронаж над Русским техническим обществом Императорского дома. Это выражался в том, что с этого года общество назывался «Императорское русское техническое общество». Помимо этого вплоть до 1917 года (до Октябрьской революции) Почётным Председателем общества становились представители Императорской фамилии. Почётным Председателем общества с 1892 года по 1917 год был его Императорское Высочество Великий князь Александр Михайлович. А в 1888–1917 годы Почётным членом Русского технического общества был наследник Цесаревич Николай Александрович, который в 1896 году стал Государем Императором.

Членами Русского технического общества кроме носителей Императорской фамилии были представители технической интеллигенции: соревнователи – претенденты в действительные члены; члены-корреспонденты – заочно участвующие иногородние др. Почетными членами Русского технического общества были известные российские ученые Д. И. Менделеев, А. С. Попов, В. В. Марковников, С. О. Макаров, П. Н. Яблочков, Н. Е. Жуковский, М. Н. Герсеванов и др. Они активно участвовали в работе общества и двигали отдельные научные направления. Активность общества формировал его авторитет среди крупных промышленников, которые считали за честь быть членом русского технического общества и участвовали в его финансировании. Общество к концу 19 века имело более 10 тысяч человек членов.

Сложная структура Русского технического общества способствовала развитию отдельных областей науки, а также распространить достижения науки в отдельные регионы, промышленные районы. В Русское техническое общество входили более 40 территориальных отделений и 16 отраслевых отделений: Территориальные отделения были на Кавказе, в Баку, Одессе, Николаеве, Санкт Петербурге, Москве и т. д. Они были ориентированы на решение технических вопросов промышленности.

Отраслевые отделы первоначально имели четыре направления: 1) химической технологии и металлургии; 2) механики и механической технологии; 3) инженерно-строительного и горного дела; 4) техники военного и морского дела. Далее в 1870-80-е годы создаются направления: фотографии и её применения (1878 год); электротехники (1878 год); воздухоплавания (1880 год); железнодорожного дела (1881 год); технического образования (1884 год). В начале XX века были созданы еще 7 отраслевых отделов.

К 1914 году созданы отделы сельского хозяйства; промышленно-экономический; содействия труду; горный; техники горного и земского хозяйства; а в военный 1916 год образуются отделы мелиорации; топлива. Таким образом, в состав Русского технического общества в 1916 году входило 17 отраслевых отделов.

Изначально деятельность русского технического общества была направлена на удовлетворение промышленных потребностей России. Избрание Андрея Ивановича Дельвига Председателем Правления общества было ориентировано на развитие железнодорожного строительства в России. В 1867–1870 годы налаживаются производства технологий и оборудования для обеспечения потребностей железных дорог России [2].

Россия была самая большая империя мира, она имела огромный потенциал для промышленного развития. Для этого необходимо было изучить природные ресурсы России и направить их на путь промышленного освоения; в результате индустриализации вытеснить товары зарубежных компаний из рынков России; а далее освоить рынки Азии и даже Европейских стран; активно привлекать ученых к изучению зарубежного опыта и применению их в регионах России.

Многие технические достижения современности корнями уходят в научно-технологическую деятельность Русского технического общества.

Россия к 1914 году по темпам развития опережала многие Европейские страны. Однако техническое оснащение производства и организация труда было невозможно сравнить с развитыми странами. Российский рынок был «завоеван» западными производителями. Ситуация была одинаково во всех сферах промышленности. Страна способна была только на вывоз сельскохозяйственных товаров.

Мировая экономика двигалась в направлении освоения силу энергии нефтепродуктов. Об этом свидетельствовало создание двигателя внутреннего двигателя и на ее основе новой техники (автомобиля, самолета и т.д.). Россия стремилась завоевать свое место в этом перспективном направлении. Она имела крупные месторождения нефти на Кавказе – Баку и Грозном. Согласно многим источникам, Россия имела больше нефтяных ресурсов, чем США. В середине 19 века Россия по вывозу и добычу нефти отставала от Америки. Однако, «... российский рынок был завален импортными (американскими) нефтепродуктами» [1; 4]. Уровень развития технической культуры и существующее техническое образование не позволяли решить существующие технические проблемы, оснастить производство необходимой развитой технологией. Нужны

были радикальные системные меры.

Востребованным на мировом рынке как нефтепродукт был керосин. После получения керосина остатки производства просто сливали. Среда вокруг нефтедобычи и производства имела мрачный вид. Веками земля пропитывала отходы нефтяного дела. Место переработки нефти в Баку так и назывался – Черный город (Кара шехер). Максим Горький побывав в Баку, назвал ситуацию в нефтепромысле «мрачным адом».

Чтобы сломить ситуацию в свою пользу и вытиснуть иностранцев из русского рынка первый отдел Русского технического общества «Химическое производство и металлургия» включается в исследование нефтяного дела. Создается Бакинское отделение Императорского Русского технического общества. На Кавказ направляются Д. И. Менделеев и другие ученые. В первую очередь отменяется система откупов, под давлением Русского технического общества, которое поддержало все выводы Д. И. Менделеева. Начинается активное применение новых технических достижений. По совету Русского технического общества при добыче нефти применяют электроэнергию. Чтобы снизить потери при доставке нефти и нефтепродуктов применяются цистерны и трубопровод вместо деревянных бочек. По рекомендации Д. И. Менделеева для перекачки нефти с промыслов на завод применяется трубопровод.

При активном содействии РТО и учета рекомендаций Д. И. Менделеева к 1891 году при перевозке нефти стоимость падает почти в 3 раза. В 1901 году России добыла 12,0 млн. тонн, а в США – 9,1 млн. тонн нефти. К этому времени из рынка России все зарубежные нефтяные фирмы полностью были вытеснены.

Российские ученые начинают изучать возможности глубокой переработки нефти и создают технологии для использования нефти и нефтепродуктов в качестве горючего. Д. И. Менделеев, К. И. Лисенко, Л. Г. Гурвич, М. М. Тихвинский и другие известные ученые-нефтехимики, инженеры А. В. Бари, В. Г. Шухов и др. по настоянию Русского технического общества привлекаются к нефтяному делу.

Для изучения проблем выхода на международный рынок при Русском техническом обществе создается специальная комиссия «Закавказский нефтепровод» (сопредседатели – Д. И. Менделеев и Эммануил Нобель) [3]. Начинается строительство первого нефтяного трубопровода между Баку и Батуми для вывоза российской нефти на европейский рынок (с июня 1886 года Лондон и другие города). Далее прокладывается трубопровод Грозный–Туапсе.

Промышленное развитие России требовало рост специалистов с техническими знаниями. Для обеспечения промышленности с техническими кадрами в 1868 году при Российском техническом обществе создается Постоянная комиссия по техническому образованию. Первым председателем Постоянной комиссии по техническому образованию по всеобщему согласию был избран Андреев Евгений Николаевич – один из учредителей Русского технического общества и автор печати Русского технического общества.

В задачи Постоянной комиссии по техническому образованию входило

изучение передового зарубежного и российского опыта по техническому образованию и распространение данного опыта в профессионально-технической среде фабрично-заводских рабочих. Деятельность Постоянной комиссии по техническому образованию ориентировалась на разработку: методики технического образования; практикоориентированности подготовки; личностноориентированности обучения.

Русское техническое общество проводило многогранную работу для развития технической культуры и популяризации технических знаний. Известные ученые-члены общества – Д. И. Менделеев, В. В. Марковников, С. О. Макаров, А. Н. Крылов, А. С. Попов, П. Н. Яблочков, Н. Е. Жуковский и другие часто устраивали публичные лекции, беседы, организовывали курсы и выставки. Д. И. Менделееву приходилось выступать в Бакинском отделении РТО и консультировать деятельность местного отделения [4].

Русское техническое общество в 1872 году организовала масштабную выставку техники. На выставочных площадках Москвы разместились свыше 12 тысяч экспонатов продукции промышленности России и зарубежья. С 10 по 27 апреля 1911 года в Санкт-Петербурге, в Михайловском манеже была организована Первая Международная воздухоплавательная выставка, которая привлекла внимание более 200 тысяч человек и всех крупных производителей аэропланов России и зарубежья.

На страницах печатных изданий РТО («Записки Русского Технического Общества», а с 1874 года «Записки Императорского Русского Технического Общества», «Железнодорожное дело» с 1882 года по 1917 год, «Труды Бакинского отделения Императорского Русского Технического Общества» с 1886 по 1917 год, «Техника воздухоплавания», «Техническое образование» и др.) публиковались такие известные ученые как Д. И. Менделеев, Н. П. Петров, А. С. Попов, А. Н. Крылов, К. Э. Циолковский и др. На конференциях, съездах, собраниях были обнародованы впервые важнейшие открытия Д. И. Менделеева, А. С. Попова, А. Н. Крылова, К. Э. Циолковского и др.

*Русское техническое общество* занималось защитой экономических интересов России, техническими вопросами развития промышленности, индустриализации и обеспечением самодостаточности страны. Русское техническое общество просуществовало 63 года. В 1929 году оно было закрыто. В том же году начинается индустриализация СССР. В 1931 году организуются Всесоюзный Совет научно-технических обществ и отраслевые инженерно-технические общества. После распада СССР эти общества теряют свою государственную значимость, а к 1991 году прекращают свое существование. Однако традиции, заложенные Русским техническим обществом, продолжают сохраняться в рамках технической культуры России, проявляясь в деятельности множественных научных и инженерных общественных объединений, сети региональных отделений и домов науки и техники.

#### Список использованных источников

1. Внешняя торговля России в XIX веке [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://21biz.ru/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-xix-v>.

2. Железные дороги в дореволюционной России // Электронный ресурс: <http://statehistory.ru/1286/ZHeleznye-dorogi-v-dorevoljutsionnoj-Rossii>.
3. История нефтепроводного транспорта // Электронный ресурс: <http://torgoil.com.ua/nefteprovody/istoriya-nefteprovodnogo-transporta.html>
4. Мир-Бабаев, М. Ф. Значение Императорского русского технического общества в развитии нефтяного Баку / М. Ф. Мир-Бабаев // Краткая история азербайджанской нефти (2-ое изд., перераб. и доп.). Баку, «Азернешр», 2009. с. 112 – 136. Электронный ресурс: [elibrary.bsu.az/yenii/ebookspdf/kratkaya\\_istoriya\\_azerbaycanskaya.pdf](http://elibrary.bsu.az/yenii/ebookspdf/kratkaya_istoriya_azerbaycanskaya.pdf).

#### References

1. Russia's foreign trade in the XIX century. Electronic resource. URL: <http://21biz.ru/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-xix-v>.
2. Railways in pre-revolutionary Russia. Electronic resource. URL: <http://statehistory.ru/1286/ZHeleznye-dorogi-v-dorevoljutsionnoj-Rossii>.
3. History of oil pipeline transport. Electronic resource: URL: <http://torgoil.com.ua/nefteprovody/istoriya-nefteprovodnogo-transporta.html>.
4. Mir-Babaev M.F. The Importance of the Imperial Russian Technical Society in the Development of Oil Baku. A Brief History of Azerbaijani Oil (2nd ed., Revised and supplemented). Baku, "Azerneshr", 2009, Pp.112-136. Electronic resource: URL: [elibrary.bsu.az/yenii/ebookspdf/kratkaya\\_istoriya\\_azerbaycanskaya.pdf](http://elibrary.bsu.az/yenii/ebookspdf/kratkaya_istoriya_azerbaycanskaya.pdf).

*Поступила 12.01.2018 г.*

УДК 37.016:93(045)

ББК 63р

**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](mailto:irzet@mail.ru)

**Паулова Юлия Евгеньевна**

кандидат юридических наук, доцент

декан факультета истории и права

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический

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

[paulova79@yandex.ru](mailto:paulova79@yandex.ru)

### **КИНОДОКУМЕНТАЛИСТИКА НА УРОКАХ ИСТОРИИ И ВО ВНЕУРОЧНОЙ РАБОТЕ**

**Аннотация.** В статье авторы предлагают варианты использования документального кино, связанного с темой истории Мордовии, в урочной и внеурочной практике образовательных учреждений.

**Ключевые слова:** групповая работа, кинодокументалистика, кинохроника, познавательная деятельность, нетрадиционный урок.

**Zetkina Irina Aleksandrovna**  
Doctor of Culturology, Professor  
Department of General history  
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

**Paulova Julia Evgen'evna**  
candidate of legal Sciences, associate Professor  
Dean of the faculty of history and law  
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

### DOCUMENTARIES IN HISTORY LESSONS AND IN EXTRACURRICULAR WORK

**Abstract.** The authors propose options for the use of documentary films related to the theme of the history of Mordovia in the archaic and extra-curricular practice of educational institutions.

**Keywords:** group work, documentary film, newsreel, cognitive activity, non-traditional lesson.

Кинодокументалистика традиционно присутствует в методическом арсенале преподавателя школьных гуманитарных циклов. Использование документального кино как средства обучения на уроках истории имеет полувековую традицию. На современном этапе обучения истории внимание методистов к киноматериалам на уроках и во внеурочном обучении усилилось.

Это связано с рядом причин. Федеральные государственные образовательные стандарты, ориентируют современного преподавателя истории на использование интерактивных методов обучения, развитие критического мышления обучающихся, на расширение традиционной источниковой базы исторического знания [3; 7; 8]. Важнейшей в преподавании истории выдвигается задача формирования ценностного отношения личности к событиям прошлого на базе прочных и системных знаний в предметной области. Для современного педагога-историка, преподающего в контенте регионального образовательного пространства, значимым является и обеспечение содержательного наполнения преподавания истории и культуры родного края в условиях дефицита учебного времени на национально-региональный компонент.

В последние годы активно выходят в свет документальные фильмы, фильмы исторической реконструкции, посвященные истории Мордовского края, отвечающие задачам современного обучения истории.

Творческое объединение «Куйгорож» выпустило цикл фильмов, среди которых «Русь Мордовская», «Неповторимая и уникальная. Этногенез мордвы», «Тюш-тянь налксемат. Боевые игрища древней мордвы», трилогия «Битвы Средневековья» («Непокоренные. 1237 г.», «Вместе против Орды. Разгром царевича Мустафы», «Вместе против Орды. Спасти ополчение. 1612 г.»), «Саранск – юго-восточный форпост московского государства. 1641 – 1717 гг.», «Непобеждённые. Подвиг Красной Слободы. 1670 г.»; «От Бородина до Парижа»; «Герой, сын героя» (об отце и сыне, Сергее Леонтьевиче и Иване Сергеевиче Потешкиных, о полном Георгиевском кавалере и полном кавалере орденов Славы). Телесеть «Мордовия. 10 канал» подготовила историко-

документальный проект «Однажды в Мордовии», в который вошли фильмы «Емельян Пугачев» и «Великая война». Историко документальные фильмы «Куйгорожа» и «Телесети Мордовия. 10 канал» были созданы по сценариям профессора В. А. Юрченкова, режиссер В. А. Каланов.

Телеканал «Звезда» в цикле «Военная приемка. След в истории» создал фильм, посвященный 200-летию памяти Ф. Ф. Ушакова, «Адмирал Божьей милостью». К 140-летию со дня рождения С. Д. Эрзи вышел фильм «Возвращение гения» (Правительство Москвы, режиссер А. Новоселов). Названные фильмы и другие документальные ленты, среди которых такие как исторический фильм «Святые места Земли Мордовской» (Ю. Левашкин, Н. Левашкина), видео хроники Саранска [4; 6], сформировали корпус документальной фильмографии, посвященной страницам истории и культуры Мордовии.

Антропологическая визуализация, документальное воссоздание исторических событий позволяют построить изучения истории школьниками через образное, эмоциональное и динамичное действие. Фильмы мотивационно вовлекают учащихся в учебный процесс, стимулируют творческую и познавательную активность: школьники проводят на базе материалов фильмов реконструкцию образов из прошлого края; создают сценарии-продолжения фильмов; ищут из разнообразных источников документальные свидетельства в подтверждение или опровержение положений фильмов; создают иллюстрации; разрабатывают проекты, целью которых является целостное восприятие событий документального кино; готовят рецензий на фильмы; работают над учебными исследованиями исторических версий кинолент и т. д.

Историческая документалистика Мордовии не относится к категории специального учебного кино и требует учета спецификой использования на разных типах уроков или во внеурочной работе. При организации работы над кинофильмами необходима методическая оснащенность учителя [5, с. 302]. Некоторые фильмы сопровождаются знаком возрастного ограничения 12+. Продолжительность лент колеблется от 10 минут до нескольких часов. Применение фильма как источника исторической информации в рамках определенной темы должно быть обоснованным, а информация киноматериала, используемая на уроке, емкой, обеспечивающей освоение материала конкретной темы.

Любой из фильмов требует разработки познавательных, проблемных заданий, предваряющих их просмотр, с целью управления учебно-познавательной деятельностью учащихся, применения базовых исторических знаний на практике, анализа материала фильмов, выполнение творческих заданий преобразующего уровня.

Отрывки из документального кино и кинохроник Мордовии как динамичная наглядность могут быть включены в любой урок истории, хронологически связанный с темой лент. Так при отборе содержания уроков, посвященных Великой Отечественной войне, эффективно привлекать военные репортажи уроженца Саранска фронтового кинооператора В. А. Сущинского. Ему принадлежат кадры прорыва блокады Ленинграда в районе Синявино, соединение Волховского и Ленинградского фронтов, бои за Крым, форсирование Сиваша,

бои за Карпаты, бои за Севастополь (Сущинский вошел в город в рядах стрелкового полка и снял первый ворвавшийся в город танк), бои под городом Бреслау. Товарищи-кинооператоры восхищались тем, что он снимал разрывы снарядов на расстоянии 150 – 250 метров: «Он снимал войну в упор такой, какая она есть». Но в боевой кинохронике запечатлен окопный быт, реальные лица солдат, многие из которых остались жить только на пленке саранского кинооператора.

Привлекая в качестве исторического источника кинохронику В. А. Сущинского, важно предложить учащимся мини-исследование, посвященное личности самого кинооператора, исследование военных кинохроник Великой Отечественной войны «Кадры... кадры... кадры... в них вся история наших побед...», проект «Фронтовые дороги В. Сущинского», отражающего военные события на фронтах, где сражался с кинокамерой героический сын земли мордовской. Личность земляка, которому принадлежат захватывающие по силе достоверности источники о войне, обеспечит эмпатию, сделает события прошлого частью исторического самосознания учащихся.

Наиболее плодотворным использованием документального кино на современном уроке истории традиционной формы являются урок-лекция и практикум, когда учитель нуждается в средствах управления вниманием школьников при изучении крупного блока теоретического материала и фактических данных [2, с. 32].

Например, при поведении урока-лекции по теме «Россия в Первой мировой войне», на экране транслируются кадры из фильма «Великая война». Учитель заранее готовит отрывки из киноматериалов, которые представляют события в реальном времени учеников, связывают мировую, российскую и краевую истории. Антропологический подход зримо реализуется при включении в содержание лекции материалов фильма «Герой, сын героя».

В традиционной форме урока-практикума документальный фильм используется обычно в рамках закрепления навыков учащихся в работе с различными источниками. Эти задачи полноценно можно реализовать на примере фильма. «Непокоренные» кинотрилогия «Битвы Средневековья» Фильм рассказывает о событиях 1237 года, времени монгольского нашествия на Русь и сопредельные с ней территории, об обороне города-крепости Буртас, когда мордва, русские, буртасы и болгары, героически приняли на себя удар Батыева нашествия, тем самым, по мнению современных учёных, существенно ослабив мощь монгольского нашествия не только на Русь, но и на Европу. На кадрах короткометражной ленты можно увидеть реконструкцию боя, археологические артефакты, найденные на месте крепости, закадровый текст озвучивает различные свидетельства современников, расширяя источниковую базу учебника.

Нетрадиционные уроки с использованием документальных фильмов, посвященных локальной истории, продуктивно организовывать и проводить на базе проектных технологий при фасилитации учителем групповой работы учащихся.

В нетрадиционных формах урока документальное кино используется прежде всего на киновидео уроке (телеуроке). Этот урок характерен для этапа систематизации и обобщения знаний учащихся. На нем уместно использовать кинофильмы, отражающие специфику локальной истории в контексте общероссийского исторического хронотопа.

В полной мере к таким фильмам можно отнести фильм «Непобеждённые. Подвиг Красной Слободы. 1670 г.», в котором осада разинцами Красной Слободы (современный город Краснослободск Республики Мордовия) представлена в общем контексте крестьянской войны 1670–1671 гг.

Продолжительность фильма (25 минут) позволяет реализовать все этапы подобного урока в 7 классе: организационный этап, постановка цели, формулировка проблемы, оперирования знаниями и способами деятельности в стандартных и нестандартных ситуациях, подведения итогов и формулирования выводов, рефлексия, домашнее задание. Просмотр фильма обязательно предваряют задания проблемного характера, разработанные учителем для работы в группах. В заданиях должны присутствовать вопросы на соотнесение события локальной и общероссийской истории, создание исторического словаря фильма, сопоставительные хронологические ряды, географический тренинг, характеристика участников событий. Домашнее задание после кино-урока должно содержать элементы индивидуальной творческой работы (синквейн, диаманта, карта-памяти, иллюстрации и т. д.).

Уроки-диспуты предполагают обсуждение спорных вопросов истории, когда материалы документальных фильмов могут быть иллюстрацией позиции школьников или стать самостоятельным предметом обсуждения. Фильм «Емельян Пугачев» из серии «Однажды в Мордовии» обладает дидактическим потенциалом проблемного исторического кино. Однако продолжительность фильма и возрастные ограничения требуют от педагога серьезной предварительной подготовки к показу фильма, не только методического но и содержательного характера.

Фильмы, посвященные истории Мордовии используются при разработке содержания и проведении уроков-игр («Зрительская конференция», «Кинофестиваль», «Теле-лото», «Исторический квест»).

Подобные уроки универсальны и как форма внеурочного мероприятия преподавателя истории или классного руководителя.

Документальное кино по локальной истории представляет собой значительные возможности для внеучебной деятельности по предмету [1]. Работа может носить систематический характер заседаний клуба любителей исторического кино (не реже двух раз в месяц) или строиться в рамках самостоятельных факультативов, стать частью «Недели истории» в школе, темой заседания «Исторической гостиной» с приглашением экспертов-создателей кино (членов клуба исторической реконструкции «Владычный полк», краеведа А. В. Лютова и тд.) или основой для проектной или исследовательской деятельности: визуальная антропология на региональном уровне представляет значительный и до-

ступный хроникальный материал, который обеспечит актуальность, новизну и самостоятельную базу источников ученической работе.

Ситуационное использование документального кино и хроник в работе преподавателя истории, как правило, связано с юбилейными событиями, праздничными датами как это стало с фильмами «Возвращение гения» и «Адмирал Божьей милостью».

Документальные фильмы и кинохроники позволяют создать при изучении истории атмосферу сопричастности к прошлому Родины, помогают осознать реальные далеких событий. Специфические возможности кинодокументалистики соответствуют характеру восприятия детьми информации (динамичность, яркость, образность, новизна подачи исторической информации) и одновременно обладают дидактическим потенциалом современного преподавания истории.

#### Список использованных источников

1. Зеткина, И. А. Студенческий дискуссионный клуб исторического кино /И. А. Зеткина // Учебный эксперимент в образовании. 2012. – № 3. – С.4–8.
2. Молотов, К. С. Роль кинофильмов в организации познавательной деятельности учащихся IX классов на уроках отечественной истории разных форм / К. С. Молотов // Преподавание истории в школе. – 2014. – № 8. – С. 32–35.
3. Примерная программа основного общего образования по истории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eor.pushkininstitute.ru/images/showcase>.
4. Святые места Земли Мордовской [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ok.ru/video/2491876818>.
5. Теория и методика обучения истории. Словарь-справочник. – М. : Высшая школа, 2007. – 352 с.
6. Хроники Саранск 60-х–80-х гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docstor.livejournal.com/493750.html>.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://минобрнауки.рф/документы/queue>.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://минобрнауки.рф/документы/20413.rtf>.

#### References

1. Zetkina A. I. Student debating historical movies. Educational experiment in education. 2012, No. 3, pp. 4–8.
2. Molotov K. S. the Role of film in the organization of cognitive activity of pupils of IX classes on the lessons of national history in different shapes. Teaching history in school, 2014, No. 8, pp. 32–35.
3. Approximate program of the basic General education on the history [Electronic re-source]. URL: <http://eor.pushkininstitute.ru/images/showcase> Oh.
4. The Holy places of the Mordovian Land [Electronic resource]. Access mode: <https://ok.ru/video/2491876818> Oh.
5. Theory and methods of teaching history. Dictionary-reference. Moscow: Higher school, 2007, 352 p.
6. Chronicles Saransk 60-x–80-ies [Electronic resource]. URL: <https://docstor.livejournal.com/493750.html> Oh.

7. Federal state educational standard of basic General education. [Electronic resource.] URL: <https://минобрнауки.рф/документы/query> Oh.

8. Federal state educational standard of secondary (full) General education [Electronic resource] URL: [https://минобрнауки.рф / document-you / 20413.rtf](https://минобрнауки.рф/document-you/20413.rtf).

*Поступила 23.12.2017 г.*

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

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

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ СВЕТОТЕХНИКЕ

**Аннотация.** Внедрение компьютерных технологий во все сферы деятельности человека – приоритетная задача современной России, как в сфере образования, так и на производстве. Рассмотрены технологии, определяющие переход к цифровой светотехнике. Показано, что эффективность работы проектировщиков и дизайнеров напрямую связана с внедрением моделирования и прототипирования простых изделий и сложных систем. Проанализированы технологии, программное обеспечение и форматы данных для 3D-проектирования и прототипирования. Рассмотрены аддитивные технологии в светотехнике. Описаны особенности проектирования и прототипирования светодиодного модуля для уличного светильника.

**Ключевые слова:** программа, компьютерные технологии, аддитивное производство, светильник, светодиод, оптическая система, конструкция.

**Bayneva Irina Ivanovna**

Candidate of technical Sciences, Docent

Department of lighting engineering

National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russia

## COMPUTER TECHNOLOGIES IN MODERN LIGHTING ENGINEERING

**Abstract:** The introduction of digital technologies in all spheres of human activity is a priority task of modern Russia. The technologies that determine the transition to the digital economy are considered. It is shown that the efficiency of designers and designers is directly related to the introduction of modeling and prototyping of simple products and complex systems. Analyzed technologies, software and data formats for 3D-design and prototyping. Additive technologies in lighting engineering are considered. Also features of designing and prototyping of the LED module for a street light are described.

**Keywords:** program, computer technologies, additive production, light device, LED, light source, optical system, design.

### **Введение**

Согласно статистическим данным, в области внедрения цифровых компьютерных технологий (КТ) на предприятиях Россия значительно отстала от ЕС и многих стран, лишь немного опередив Турцию, Китай и Мексику. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (2017 г.) ставит главной

целью создание необходимых условий для развития в России цифровой экономики, в которой данные в цифровом виде являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности. Президент РФ отметил, что проект развития цифровой экономики носит сквозной характер и охватывает все без исключения сферы жизни [1]. Основными направлениями обеспечения информационной безопасности в цифровой экономике является ликвидация зависимости отечественной промышленности от зарубежных информационных технологий и средств обеспечения информационной безопасности за счет создания, развития и широкого внедрения отечественных разработок, а также производства продукции и оказания услуг на их основе [2]. По мнению исследователей до 2030 года на человечество будут оказывать особое влияние искусственный интеллект, робототехника, виртуальная реальность, облачные вычисления [3].

Технологии, которые определяют переход к цифровой экономике на современном этапе:

- искусственный интеллект;
- квантовые технологии;
- фотоника;
- суперкомпьютерные технологии;
- математическое моделирование – опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель), находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, способная замещать его в определенных отношениях и дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте;
- 3D-технологии – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели;
- роботизация – использование интеллектуальных робототехнических комплексов, функциональные особенности которых состоят в достаточно гибком реагировании на изменения в рабочей зоне;
- аддитивные технологии – технологии по созданию объектов за счет нанесения последовательных слоев материала; модели, изготовленные аддитивным методом, могут применяться на любом производственном этапе – как для изготовления опытных образцов (быстрое прототипирование), так и в качестве самих готовых изделий (быстрое производство).

#### ***Проектирование – одно из приложений компьютерных технологий***

Одна из сфер перспективного применения КТ – проектирование. Дизайнеры и проектировщики могут повышать эффективность своей работы с помощью моделирования и прототипирования того или иного изделия. Дизайнеры из разных стран могут одновременно работать с одним объектом в режиме реального времени, что повышает эффективность производственного процесса или модели и решает проблемы с коммуникацией. С помощью цифровых методов моделирования «выращивают» прототипы и создают реальные объекты

от мелких ювелирных изделий до крупных инфраструктурных сооружений. Ярким практическим примером такого действия цифровой экономики является создание 3D-принтеров по строительству мостов (Нидерланды) и жилых домов (Китай, ОАЭ). Цифровой подход позволяет управлять полным жизненным циклом практически любого изделия от задумки, его создания и использования до его утилизации. Это касается не только отдельных бытовых предметов, но и сложных систем. На предприятиях достигают быстрых инноваций, используя такие технологии, как 3D-печать и интерфейсы прикладных программ. В течение следующих лет эти тенденции изменят структуру и принципы работы в целом.

### ***Технологии и программное обеспечение для 3D-проектирования и прототипирования***

Потребность изготовить из трехмерной компьютерной модели реальный физический предмет существует практически повсеместно. 3D-принтеры позволяют сэкономить массу времени и сил инженерам, конструкторам, дизайнерам и изобретателям и считаются одним из величайших изобретений XXI века.

3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели. Фактически, 3D-печать является полной противоположностью таких традиционных методов механического производства и обработки, как фрезеровка или резка, где формирование облика изделия происходит за счет удаления лишнего материала (субтрактивное производство). 3D-принтер – устройство, позволяющее на основе компьютерной 3D-модели печатать реальные физические объекты путем послойного «выращивания» объекта из специальных материалов. Материалы для печати применяются разные и во многом зависят от технологии печати. Основных технологий 3D-печати две. Лазерная, где в качестве материала выступает специальный жидкий фотополимер, затвердевающий под действием лазерного излучения либо плавкий порошковый материал (пластик, металл), подвергающийся плавлению под действием лазерного излучения; печать объекта производится постепенно слой за слоем. Струйная, когда в качестве материала используется плавкий рабочий материал (пластик, металл, воск), который подаётся в экструзионную головку, которая в свою очередь выдавливает на поверхность тонкий слой создаваемого объекта; после застывания слоя наносится следующий.

Основное применение в промышленности 3D-принтеров - быстрое прототипирование деталей механизмов или целых изделий. Прототип помогает посмотреть, визуально оценить и поддержать модель в руках. Благодаря быстрому созданию прототипов компании по всему миру снижают стоимость и сроки разработки сложных продуктов. На распечатанной модели удобно проводить различные эксперименты и тесты перед тем, как запустить изделие в серийное производство. Но самое главное – скорость производства прототипа, достаточно просто отправить модель на печать и через некоторое время получить готовый объект. Уже существует целая индустрия быстрого прототипирования (Rapid Prototyping – RP).

Возможность быстрого и легкого создания физических прототипов трёхмерных моделей новых изделий значительно ускоряет процесс их разработки. Полученные изделия имеют те же самые геометрические размеры и форму, что и реальные изделия, это позволяет проводить ряд исследований макетов и прототипов с целью уточнения характеристик планируемых к производству серийных изделий. При создании прототипа необходимо решать задачи точного повторения внешнего вида изделия, его геометрической формы, материалов с нужными свойствами. Современные прототипы позволяют проверить элементы конструкции, провести необходимые испытания, изготовить модель для последующего литья.

Используя программное обеспечение для моделирования, можно точно рассчитать аэродинамические показатели, характеристики воздушных и тепловых потоков и многое другое. Сейчас в качестве исходных трехмерных моделей для 3D-печати, в основном, используются модели формата .stl или .obj.

Построение прототипа обычно происходит на основе твердотельной модели из какой-либо САД-системы. Одним из распространенных форматов для предоставления модели прототипа является формат STL, которое используется для 3D-моделирования и использования в 3D-принтерах. Модели в таком формате умеет сохранять практически любая 3D-программа (3ds Max, Autocad, Blender, Rhino и другие). STL файл содержит поверхностное представление 3D-модели, без подробных спецификаций таких аспектов, как цвета, оптические и физические свойства материалов.

#### *Аддитивные технологии в светотехнике*

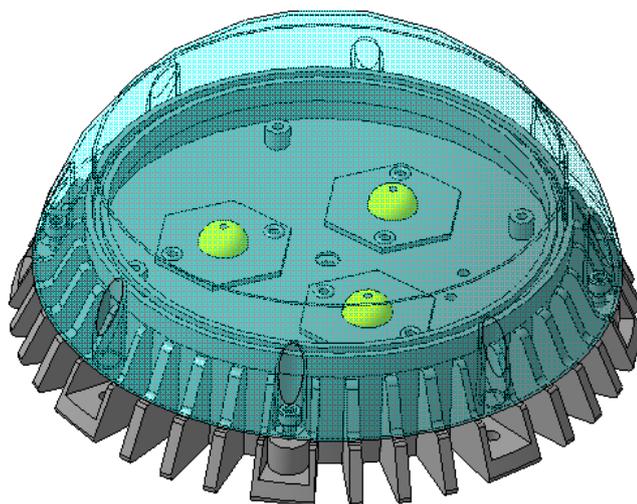
Динамично меняющийся светотехнический рынок ставит жесткие условия по срокам разработки и постановки на производство новых видов продукции. Сложность конструкции современных световых приборов приводит к увеличению рисков и значительному росту стоимости конструкторской ошибки [4]. Световые приборы для различных систем освещения должны удовлетворять требованиям качества и надежности [5–6]. Выход на мировой рынок требует совершенствования бизнес-процессов и технологий. В частности, тех, которые применяются для снижения временных затрат на создание новой продукции. Один из современных и прогрессивных приемов – использование аддитивных технологий (3D-печати). Они позволяют фактически за считанные часы получить конечное изделие и провести оценку его конструкторских и технологических параметров. Первый опыт прототипирования и функциональных испытаний деталей изделий был проведен еще в 2007 году. При помощи 3D-принтера изготавливали корпусные детали прожектора Prolight. Более масштабно технологии 3D-печати начали использовать с 2014 года для изготовления рабочих прототипов светильников для уличного и внутреннего освещения. Изготавливались прототипы как целиком из выращенных пластиковых деталей, так и в комбинации с пластиковыми и алюминиевыми деталями (гибридный подход в производстве).

Сегодня простые или наиболее ответственные элементы светильников, испытывающие высокие эксплуатационные нагрузки, изготавливают пока еще

старыми методами ЧПУ и ручной металлообработки. Сложные детали и дизайнерские решения для выставочных образцов и натуральных испытаний производятся из FDM-термопластиков. Конечно, приходится уделять некоторое время для операций постобработки и покраски. Тем не менее, очевидны скорость получения результата и гибкость нового технологического процесса. Полученные прототипы в виде комбинации алюминиевых и пластиковых деталей будущих серийных изделий позволяют провести ряд испытаний, в том числе тепловых. На рисунке 1 приведены 3D-модели для прототипирования и печати корпуса светодиодного светильника, на рисунке 2 – дизайнерские светильники, выполненные по технологии 3D-печати.

### *Прототипирование светодиодного модуля*

Энергоэффективные светодиодные световые приборы – перспективное направление развития современной светотехники [7–8]. Для дорожного освещения был разработан светодиодный (СД) модуль для светодиодного светильника. Для создания необходимого светораспределения в структуре модуля необходимо использовать стандартные или индивидуально спроектированные специализированные оптические системы (рис. 3) [9–12]. Применение полностью прозрачных материалов, изготовленных при помощи аддитивных технологий, позволят создавать прототипы вторичной оптики и имитировать облик будущих изделий. Наиболее прочные и термостойкие материалы могут послужить основой для быстрого изготовления образцов для полнофункциональных натуральных испытаний. Создание прототипа позволяет без существенных финансовых вложений убедиться в работоспособности полученного оптического решения.



**Рис. 1.** 3D-модель светодиодного светильника

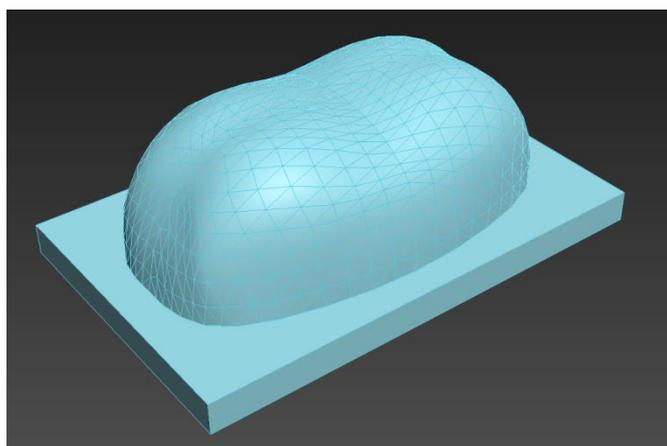


**Рис. 2.** Дизайнерские светильники, выполненные по технологии 3D-печати

3D-модель модуля была экспортирована в программу 3DS Max в формат STL для 3D-принтера (рис. 4). Затем было осуществлено прототипирование, для чего была задействована установка быстрого прототипирования ULTRA 3SP, которая сочетает в себе точность и многофункциональность аппаратов для быстрого создания прототипов из различных материалов [13].



**Рис. 3.** Специализированные светодиодные оптические системы



**Рис. 4.** Итоговая модель СД модуля для прототипирования

Принтер основан на технологии SLA (Stereo Lithography Apparatus – стереолитография), то есть на послойном отверждении жидкого фоточувствительного полимера под действием ультрафиолетового лазерного излучения, направляемого сканирующей системой. Предлагаются различные материалы для трёхмерной печати, в том числе прозрачные и термостойкие и обеспечива-

ет высокий уровень разрешения печати, что позволяет получать гладкие поверхности, мелкие движущиеся детали и тонкие стенки.

Ключевой особенностью этого 3D-принтера является возможность использовать прозрачный материал E-Glass, позволяющий прототипировать прозрачные светотехнические детали (защитные стёкла сложной формы, линзы, оптические элементы и пр.). Моделирующий материал – прозрачный пластик E-Glass. Это наиболее пригодный материал для создания мастер-моделей малых серий изделий из пластика и быстрого прототипирования.

На основе технологии 3D-прототипирования изготовлены экспериментальные образцы светодиодных модулей и осуществлено исследование их светотехнических и тепловых характеристик.

Таким образом, внедрение моделирования и прототипирования простых изделий и сложных систем в области светотехники значительно повышает эффективность работы современных исследователей и разработчиков.

#### Список использованных источников

1. ТАСС. Информационное агентство России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tass.ru>.
2. Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации.
3. Эксперт Online [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://expert.ru>.
4. Умное производство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.umpro.ru>.
5. Баурина, С. Б. Процесс технологической подготовки производства в системе менеджмента качества: характеристика и основные этапы / С. Б. Баурина // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. – 2013. – Т. 2. – № 1 (2). – С. 31–35.
6. Баурина, С. Б. Менеджмент надежности в светотехническом производстве / С. Б. Баурина // Экономика качества. – 2015. – № 11–12. – С. 34–42.
7. Байнева, И. И. Современные энергоэкономичные технологии освещения / И. И. Байнева // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. – 2017. – Т. 6. – № 2. – С. 19–24.
8. Байнева, И. И. Современное светодиодное освещение: преимущества, энергоэффективность, оптические системы / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. – 2016. – № 1, т.5. – С. 13–16.
9. Байнева, И. И. Оптические системы для светодиодов / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Фотоника. – 2016. – № 2(56). – С. 84–93.
10. Байнева, И. И. Информационные технологии в моделировании оптических систем осветительных приборов / И. И. Байнева // Информатизация образования и науки. – 2017. – № 2 (34). – С. 15–23.
11. Федосин, С. А. Разработка геометрических моделей для автоматизации процесса компьютерного проектирования осветительных приборов / С. А. Федосин, В. В. Байнев // Автоматизация. Современные технологии. – 2017. – Т. 71. – № 3. – С. 102–105.
12. Байнева, И. И. Оптические системы для светодиодов / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2017. – № 6 (243). – С. 51–56.
13. ФГУП «НАМИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nami.ru>.

#### References

1. TASS. Information agency of Russia [Electronic resource]. URL: <http://tass.ru>.
2. The program for the development of the digital economy in the Russian Federation.
3. Expert Online [Electronic resource]. URL: <http://expert.ru>.

4. Smart production [Electronic resource]. URL: <http://www.umpro.ru>.
5. Baurina S.B. Process of technological preparation of production in the quality management system: characteristics and milestones // Scientific research and development. The economy of the firm. 2013. V.2. No 1 (2). Pp. 31-35.
6. Baurina S. B. Reliability Management in Lighting Production // Economics of Quality. 2015. No 11-12. Pp. 34-42.
7. Bayneva I.I. Modern energy-efficient lighting technologies // Scientific research and development. The economy of the firm. 2017. V. 6. No 2. Pp. 19-24.
8. Bayneva I.I., Bainev V.V. Modern LED lighting: advantages, energy efficiency, optical systems // Scientific researches and developments. The economy of the firm. 2016. No 1. V.5. Pp. 13-16.
9. Bayneva I.I., Bainev V.V. Optical systems for LEDs // Photonics. 2016. No 2 (56). Pp.84-93.
10. Bayneva I.I. Information technologies in modeling of optical systems of lighting devices // Informatization of education and science. 2017. No. 2 (34). Pp. 15-23.
11. Fedosin S.A., Bainev V.V. Development of geometric models for automation of the process of computer designing of lighting devices // Automation. Modern technologies. 2017. V. 71. No 3. Pp. 102-105.
12. Bayneva I.I., Bainev V.V. Optical systems for light-emitting diodes // Handbook. Engineering Journal with the application. 2017. No 6 (243). Pp. 51-56.
13. FGUP NAMI [Electronic resource]. URL: <http://nami.ru>.

*Поступила 12.01.2018 г.*

УДК 51(045)  
ББК 22.1р

**Ульянова Ирина Валентиновна**

кандидат педагогических наук, доцент  
кафедра математики и методики обучения математике  
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт  
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия  
[klyaksa13r@gmail.com](mailto:klyaksa13r@gmail.com)

**Катаева Татьяна Викторовна**

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

**РЕШЕНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ  
НА ДВИЖЕНИЕ**

**Аннотация.** Текстовые задачи на движение по замкнутой трассе (окружности) являются задачами, которые считаются одними из самых сложных и потому нередко предлагаются участникам математических олимпиад разного уровня. В статье указываются особенности олимпиадных текстовых задач на движение, текстовых задач на движение по замкнутой трассе (окружности) и демонстрируется востребованность последних при решении задач, предлагаемых на олимпиадах по математике.

**Ключевые слова:** текстовая задача, задача на движение, виды текстовых задач на движение, задача на движение по замкнутой трассе (окружности), особенности решения задач на движение по замкнутой трассе (окружности).

**Ulyanova Irina Valentinovna**

Candidate of the Pedagogical Sciences, Docent  
Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics  
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

**Kataeva Tatiana Victorovna**

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

## SOLUTION OF THE OLYMPIAD TEXT PROBLEMS ON THE MOVEMENT

**Abstract.** Text problems on the movement along a closed path (circle) are the problems that are considered to be one of the most difficult and therefore are often offered to participants of mathematical olympiads of different levels. The article specifies the features of the olympiad text problems on the movement, text problems on the movement along a closed path (circle) and demonstrates the relevance of the latter for solving the problems offered at the mathematics Olympiads.

**Keywords:** text problem, problem on the movement, types of text problems on the movement, problem on the movement along a closed path (circle), the peculiarities of solving text problems on the movement along a closed path (circle).

Текстовые задачи в математическом образовании в России всегда занимали и занимают особое место в силу своего огромного потенциала для обучения, воспитания и развития учащихся [1]. Большинство авторов *текстовыми задачами* называют математические задачи, в которых содержится описание некоторой реальной ситуации (явления, процесса) на естественном языке с требованием дать количественную характеристику какого-либо компонента этой ситуации, установить наличие или отсутствие некоторого отношения между её компонентами или определить вид этого отношения [2].

*Текстовыми задачами на движение* принято считать задачи, в которых описывается какое-либо реальное движение некоторых объектов и/или субъектов: куда-то едут автомобили, плывут катера, идут пешеходы и др.

Текстовые задачи на движение можно подразделить на задачи следующих видов [2]:

- 1) задачи на движение по прямой;
- 2) задачи на движение по воде или воздуху;
- 3) задачи на среднюю скорость;
- 4) задачи на движение протяженных тел.
- 5) задачи на движение по замкнутой трассе (окружности).

Каждый из этих видов задач имеет место на разных этапах математических олимпиад: школьном, муниципальном, региональном, заключительном. Из них последние два вида задач являются особо популярными в силу своей сложности и трудности для учащихся, что требует от школьников хорошей математической подготовки. К *олимпиадным задачам по математике* большинство авторов относят задачи повышенной сложности, нестандартные по формулировке или по методу решения [1; 4].

Олимпиадные текстовые задачи обладают своими отличительными чер-

тами, которые нередко позволяют достаточно успешно выделить их из схожих стандартных задач определенного класса. Не являются исключением и олимпиадные текстовые задачи на движение. Укажем некоторые такие особенности данных задач:

1) олимпиадные текстовые задачи на движение преимущественно имеют место в олимпиадных материалах 7-9 класса;

2) описываемое в задаче движение может быть лишь отвлекающим фоном, которое никак или почти никак не влияет на решение (в задаче 1, предлагаемой на олимпиаде «Альфа» в 8 классе, 2014–15 год [6]);

3) формулировки олимпиадных текстовых задач на движение имеют простую нередко занимательную формулировку, описывающую движение каких-либо зверей, сказочных героев или героев мультфильмов, школьников и т. д. (в задаче 2 той же олимпиады «Альфа», 7 класс, 2016–17 год [6]).

*Задача 1.* Посмотрев на спидометр, шофёр заметил, что количество километров, пройденных машиной, выразилось симметричным числом: его можно было читать одинаково слева направо и справа налево: 15951. «Занятно! – подумал шофёр. – А не появится ли на счетчике другое число, обладающее такой же особенностью?». Ровно через два часа такое число появилось. Оно также в обе стороны читалось одинаково. С какой скоростью вел машину шофёр эти два часа?

*Задача 2.* Заяц соревновался с черепахой в беге на 100 метров. Когда заяц прибежал к финишу, черепахе оставалось до него еще 90 метров. На сколько метров надо отодвинуть назад стартовую линию для зайца, чтобы при новой попытке оба бегуна пришли к финишу одновременно?

Вместе с тем, внешняя простота олимпиадных задач очень обманчива. Лучшие олимпиадные задачи затрагивают глубокие проблемы из самых разных областей математики. Что является еще одной отличительной характеристикой олимпиадных задач, в том числе, и текстовых задач на движение. Например, способы решения задачи 3, встречающейся как в сборниках олимпиадных задач по математике, так и по физике, предполагают использование признаков подобия треугольников, зависимостей между катетами прямоугольного треугольника и его острыми углами или физического смысла скорости как производной пути.

*Задача 3.* Человек, рост которого 1,8 м, удаляется от источника света, находящегося на высоте 3 м., со скоростью 7,2 км/ч. С какой скоростью перемещается тень его головы? [5].

Решение задачи 4, в свою очередь, требует от участника более широкого математического кругозора, ибо кроме знания основных соотношений между скоростью, временем и пройденным расстоянием, традиционных для текстовых задач на движение, она предполагает умение учащихся находить наименьшее общее кратное (НОК) чисел.

*Задача 4.* По круговой дорожке стадиона длиной 400 метров из одной точки в одном направлении выбегают три спортсмена с постоянными скоростями 12 км/ч, 15 км/ч и 17 км/ч. Через какое наименьшее время спортсмены

поравняются? [7].

Задача 4 относится к виду *текстовых задач на движение по замкнутой трассе (окружности)*, под которыми логично понимать задачи на круговое движение, то есть задачи, в которых имеет место движение по замкнутой трассе, как правило, имеющей форму окружности.

Такие задачи в силу «бесконечности» участка движения считаются одними из самых сложных текстовых задач на движение. Тем не менее, решение таких задач можно значительно упростить, если при этом учитывать индивидуальные особенности таких задач, выражаемые через специальные формулы [2; 3]. Одной из таких формул является зависимость между временем, которое проходит он начала движения до момента первой встречи участников движения, и скоростями движения последних (таблица 1).

Таблица 1

**Физические зависимости в задачах**

Тип движения	Скорость движения	Время в пути до первой встречи
Движение по окружности в одном направлении	$v_{\text{сближ/удал}} = v_1 - v_2$ , где $v_1 > v_2$	$T = \frac{S_{\text{тр}}}{v_{\text{сближ/удал}}}$ , где $S_{\text{тр}}$ – длина замкнутой трассы (длина окружности)
Движение по окружности в разных направлениях	$v_{\text{удал}} = v_1 + v_2$	

В таком случае, опираясь на таблицу 1, решить задачу 4 можно следующим образом, при условии перевода скоростей спортсменов в м/мин:  $v_1=12$  км/ч = 200 м/мин,  $v_2=15$  км/ч = 250 м/мин,  $v_3 = 17$  км/ч =  $\frac{850}{3}$  м/мин.

*Решение задачи 4.*

1) Первая встреча 1 и 2 спортсменов произойдет через  $T_{1,2} = \frac{400}{250 - 200} = 8$  мин. Первые встречи 2, 3 и 1, 3 спортсменов произойдут, соответственно, через  $T_{2,3} = \frac{400}{\frac{850}{3} - 250} = 12$  мин и через  $T_{1,3} = \frac{400}{\frac{850}{3} - 200} = 4,8$  мин.

2) Значит, при условии постоянных скоростей 1 и 2 спортсмены будут встречаться каждые 8 минут, 2 и 3 – каждые 12 минут, а 1 и 3 – каждые 4,8 минуты. Тогда для ответа на вопрос задачи необходимо найти временной промежуток, в который нацело укладываются 8 минут, 12 минут и 4,8 минуты. На языке математики требуется найти НОК(8; 12; 4,8).

3)  $\text{НОК}(8; 12; 4,8) = \frac{1}{10} \cdot \text{НОК}(80; 120; 48) = \frac{240}{10} = 24$  минуты.

Знание формул, указанных в таблице 1 облегчает и решение задачи 5, предложенной учащимися на одной из математических олимпиад «Турнир городов» [7].

*Задача 5.* Отец и сын катаются на коньках по кругу. Время от времени отец обгоняет сына. После того, как сын переменял направление своего движения на противоположное, они стали встречаться в 5 раз чаще. Во сколько раз отец бежит быстрее сына?

*Решение задачи 5.*

1) Согласно таблице 1, в случае первоначального движения по кругу отец и сын будут встречаться каждые  $T_1 = \frac{s}{v_{\text{отца}} - v_{\text{сына}}}$  мин, а после перемены направления движения – каждые  $T_2 = \frac{s}{v_{\text{отца}} + v_{\text{сына}}}$  минут.

2) При движении навстречу друг другу встречи отца и сына становятся в 5 раз чаще, то есть временной интервал сокращается в 5 раз, значит  $5 \cdot T_1 = T_2$ .

Подставив в эту зависимость формулы из пункта 1, мы получим зависимость между скоростями отца и сына:  $v_{\text{отца}} = 1,5 \cdot v_{\text{сына}}$ , что дает ответ на вопрос задачи.

Одними из самых распространенных текстовых олимпиадных задач на круговое движение выступают задачи, описывающие движение стрелок часов, например, в задаче 6 [1]. Решать подобные задачи можно разными способами, чем они и привлекательны для организаторов математических олимпиад.

Покажем способ решения таких задач с использованием формул из таблицы 1.

*Задача 6.* Часы со стрелками показывают 4 часа 45 минут. Через сколько минут минутная стрелка в седьмой раз поравняется с часовой?

*Решение задачи 6.*

1) Как известно, часовая стрелка в сутки (за 24 часа) делает 2 полных оборота, а минутная за тот же период – 24 оборота. Значит, если длину окружности циферблата обозначить за 1 ед., то можно определить скорости движения часовой и минутной стрелок:

$$v_{\text{час.стрелки}} = \frac{1}{12} \text{ ед/час,}$$

$$\text{а } v_{\text{мин.стрелки}} = 1 \text{ ед/час,}$$

причем

$$v_{\text{мин.стрелки}} > v_{\text{час.стрелки}}.$$

2) Будем считать началом движения стрелок – полночь.

Тогда, согласно таблице 1, первый раз стрелки совпадут в момент их первой встречи после полуночи через  $T_1 = \frac{1}{v_{\text{мин.стрелки}} - v_{\text{час.стрелки}}} = \frac{1}{1 - \frac{1}{12}} = \frac{12}{11}$  часа.

3) Определим, сколько раз встретились стрелки по истечении 4 часов 45 минут своего движения, то есть когда от начала движения прошло, согласно условию задачи,  $4\frac{3}{4}$  часа:  $4\frac{3}{4} : \frac{12}{11} = \frac{19 \cdot 11}{4 \cdot 12} = \frac{209}{48} = 4\frac{17}{48} \approx 4$  раза. Значит, для ответа на вопрос задачи, с учетом п. 2 решения, нам необходимо определить – когда стрелки встретятся в  $(7+4) = 11$  раз после начала движения. Это будет через  $11 \cdot \frac{12}{11} = 12$  часов, то есть в полдень.

4) Посчитаем, сколько времени осталось от 4 часов 45 минут до полудня: от 4 часов 45 минут до 11 часов 45 минут осталось 7 часов, и еще 15 минут до полудня, то есть  $7 \cdot 60 + 15 = 435$  минут.

Таким образом, учет особенностей решения текстовых задач на движение: использование в решении задач на движение по окружности приведенных нами в таблице 1 специальных формул, значительно упрощает выполнение тре-

бований последних, в том числе и при решении таких задач на математических олимпиадах. Но при этом мы нисколько не утверждаем, что эти формулы являются «панацеей от всех бед». Умение решать олимпиадные задачи требует серьезной целенаправленной систематической подготовки, так как успеха на олимпиадах добьется только тот, кто к нему стремится.

#### Список использованных источников

1. Горбачев, Н. В. Сборник олимпиадных задач по математике / Н. В. Горбачёв. – 4-е изд., стереотип. – М. : МЦНМО, 2016. – 559 с.
2. Ульянова, И. В. Особенности текстовых задач на движение / И. В. Ульянова // Математика. – 2016. – № 10. – С. 27–31.
3. Ульянова, И. В. Использование тестовых заданий в обучении учащихся решению текстовых задач на движение / Материалы IX международ. научно-практич. конф. «Татищевские чтения : актуальные проблемы науки и практики», 19–22 апр. 2012 г. / И. В. Ульянова, О. В. Казакова. – Тольятти : Волжский университет им. В. Н. Татищева, 2012. – С. 75–81.
4. Кокорева, М. А. Подготовка школьников к олимпиадам и соревнованиям по программированию в рамках современного образовательного процесса / М. А. Кокорева, Е. Г. Чадина // Учебный эксперимент в образовании, 2015. – № 3. – С. 42–46.
5. Олимпиадные задания. Сборник заданий с ответами и решениями для олимпиад [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://olimpiadnye-zadaniya.ru/predmet/fizika>.
6. Межрегиональная олимпиада школьников «Альфа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://olimp-alfa.ru>.
7. Сборник математических задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://problems.ru>.

#### References

1. Gorbachev N. V. Collection of olympiad problems in mathematics, 2016, 559 p.
2. Ulyanova I. V. The peculiarities of text problems on the movement, Mathematics, 2016, No.10, pp.27–31.
3. Ulyanova I. V, Kazakova O. V. Using test tasks in teaching students how to solve text tasks for movement, conference materials «Tayishevskie chteniya», Tolyatti, 2012, pp.75–81.
4. Kokoreva M. A., Chadina E. G. Training students for the olympics and programming competitions in the modern educational process, Uchebnyi experiment v obrazovanii, 2015, No.3, pp.42-46.
5. Olimpiadnye-zadaniya [Electronic resource]. URL: <http://olimpiadnye-zadaniya.ru/predmet/fizika>.
6. Inter-regional Olympiad of school students "Alpha" [Electronic resource]. URL: <http://olimp-alfa.ru>.
7. A collection of mathematical problems [Electronic resource]. URL: <http://problems.ru>.

*Поступила 10.01.2018 г.*

УДК 378.141.4  
ББК 22.1р

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

## **ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ НА ПЕРВОМ КУРСЕ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы, возникающие при обучении математике студентов иностранцев в педагогическом вузе. Выделяется классификация проблем по причинам и способам разрешения. Описываются используемые в Мордовском педагогическом институте пути решения проблем. Проводится анализ возможных трудностей при использовании тех или иных методов работы с иностранными студентами, выделяются их типы. Рассматриваются результаты проводимой работы на опыте последних трех лет обучения студентов иностранцев на физико-математическом факультете МГПИ.

**Ключевые слова:** обучение математике, иностранные студенты, методическое обеспечение, формы работы при обучении.

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

## **FEATURES OF TEACHING MATHEMATICS TO FOREIGN STUDENTS IN THE FIRST YEAR**

**Abstract.** The article deals with the problems that arise when teaching mathematics to foreign students in pedagogical higher education institution. The classification of problems by reasons and methods of resolution is highlighted. The ways of solving problems used in the Mordovian pedagogical Institute are described. The analysis of possible difficulties in the use of certain methods of work with foreign students, identified their types. The results of the work carried out on the experience of the last three years of teaching foreign students at the faculty of physics and mathematics of MGPI.

**Keywords:** education in mathematics, foreign students, methodological support, forms of work in training.

**Актуальность выбранной темы.** На современном этапе развития образования в Российской Федерации важной задачей для любого вуза является привлечение иностранных студентов. На государственном уровне привлечение таких обучающихся является одним из обязательных показателей при мониторинге высших учебных заведений. Подобная позиция руководства министерства образования обусловлена необходимостью повышать значимость нашего образования в ближнем и дальнем зарубежье, усиливать позиции нашей страны в мировом образовательном пространстве.

Являясь обязательной частью образовательного процесса в вузе, обучение иностранных студентов ставит перед преподавателями несколько задач, как общепедагогических, так и касающихся специальных методик.

К общепедагогическим можно отнести обучение студентов, для которых русский язык является неродным, и уровень владения которым у большинства остается невысоким даже после прохождения адаптационных курсов. Кроме того, следует отметить особенности менталитета студентов-иностранцев, проявляемые ими при обучении. Эти вопросы в статье рассматриваться не будут, поскольку их решение является в значительной части задачей специальных служб, работающих над интеграцией студентов-иностранцев в российское образовательное пространство в целом и в деятельность вуза в частности.

В рамках данной статьи мы рассмотрим частные проблемы методики обучения математике студентов первого курса направления Педагогическое образование профиль Математика. Информатика. Материалом для наблюдения стали студенты из Туркменистана, обучающиеся в МГПИ имени М.Е. Евсевьева в период с 2016 по 2018 годы. В общей сложности таких студентов за три года оказалось 16 человек, что составляет примерно 22 % от общего количества студентов. Работа с иностранными студентами для преподавателей математики явилась одним из очередных вызовов в рамках работы по модернизации системы педагогического образования в целом и ее математической части [1].

### ***Основные проблемы при обучении математике иностранных студентов***

Постараемся выделить основные проблемы, возникающие при обучении студентов-иностранцев математике на первом курсе. Важность обучения на первом курсе вытекает из того, что решение основных проблем подготовки на первом курсе позволяет студентам-иностранцам в дальнейшем органично вливаться в единый образовательный процесс.

Данный вывод делается на основании анализа опыта студентов Туркменистана, обучающихся на втором и третьем курсе, причем их абсолютная успеваемость составляет 100 %, а качественная – 86 %. Следует отметить, что, поскольку количество таких студентов невелико (три человека), можно говорить о более тщательной работе с ними на первом курсе, выделении большого внимания индивидуальным формам обучения. Тем не менее, полученный прогресс в их знаниях позволяет надеяться на сходные результаты у студентов первого курса 2017–2018 учебного года при осуществлении всех запланированных элементов подготовки.

Одной из проблем является слабое владение устной математической речью. Если на бытовом уровне студенты обучаются разговорной речи в ходе адаптационных языковых курсов, проводимых в августе в период поступления и в сентябре после зачисления, то профессиональная речь находится на крайне низком уровне у большинства.

Второй проблемой является отличие школьных образовательных программ в Туркменистане и Российской Федерации. Многие знания и умения, которые являются для российских школьников обязательными и проверяются при

итоговой государственной аттестации, не рассматриваются в Туркменистане, либо являются обязательными. Кроме того, некоторые студенты-иностранцы приезжают через несколько лет после окончания школы.

Третьей проблемой является совместное обучение студентов-иностранцев и россиян. Необходимость единого образовательного пространства приводит к невозможности специфического чтения лекций или проведения практических заданий, адресно направленных на работу с иностранными слушателями.

Можно считать выделенные проблемы основными, на решение которых должна быть направлена работа по методическому обеспечению преподавания математики на первом курсе.

### *Пути решения проблем*

Следует отметить, что при обучении математике в МГПИ используется представление о математике как о науке о моделях. Именно такое построение обуславливает изучение на первом конкурсе основных математических конструкций, используемых в математическом моделировании. Среди них следует выделить элементы линейной алгебры (теорию определителей и линейных систем), элементы векторной алгебры и их геометрические приложения, аналитическую геометрию на плоскости и в пространстве (линии первого и второго порядка), элементы математического анализа (теорию пределов, производную, их приложения к исследованию функции на экстремум).

При обучении иностранных студентов грамотной русской математической речи необходимым условием является проведение устных коллоквиумов, в ходе которых проверяется умение студентов приводить формулировки определений и теорем. Точная формулировка на данном этапе должна достигаться со стороны студентов путем заучивания требуемых понятий. При этом необходимо точно сформулировать для студентов перечень вопросов, которые будут выноситься на отчетное мероприятие.

Мотивацией для подготовки к коллоквиуму является его включение в число факторов качества балльно-рейтинговой системы, функционирующей в МГПИ, основной задачей которой является сбалансированный учет достижений студента в течение семестра и его ответа на экзамене при выставлении оценки на промежуточной аттестации. При обсуждении проблемы обучения математике на кафедре математики и методики обучения математики было принято решение составления специального глоссария по математическим дисциплинам для студентов-иностранцев. Этот шаг необходим, поскольку зачастую для такого студента является проблемой поиск в общем тексте лекции или учебника необходимого материала.

Еще одним путем овладения математической русской речью можно считать использование схематичной записи математических определений и формулировок теорем при помощи кванторов и символов логических операций. Такой подход требует первоначального овладения студентами техникой перевода символьной записи на обычный язык, но потраченное на изучение время будет с лихвой компенсировано в дальнейшем при сокращении записи. Кроме

того, данное умение является важным и для русскоязычного студента, поскольку позволяет ему использовать ее при формулировании собственных утверждений, в том числе и при общении с иноязычной аудиторией. В составленный на кафедре глоссарий включены и символьные формы записи формулировок теорем и понятий, а также правила «перевода» символьной записи на обычный язык.

Использование символьной записи должно помочь и при обучении иностранных студентов такому аспекту математики, как проведение доказательств. Выявление логической схемы доказательства, ее оформление в виде последовательности кванторов и символов логических операций с последующим переводом на обычный язык – такова схема обучения, которая может быть вполне использована и для русскоговорящих студентов.

Следует отметить, что все перечисленные пути решения проблемы овладения студентам иностранцами грамотной математической речью не являются адресно направленными именно им. Их использование для всех студентов не только возможно, но и является полезным. К недостаткам можно отнести лишь то, что студенты, обладающие подобными знаниями и умениями из курса школы, несколько теряют мотивацию к обучению. Решение возникающей проблемы следует искать в системе индивидуальных заданий для таких студентов, заключающихся в самостоятельном переводе некоторых утверждений на символичный язык и обратно.

Если проблема владения грамотной русской математической речью не является, по существу, уникальной проблемой студентов-иностранцев, то различие математических стандартов Туркменистана и Российской Федерации – другое дело. Поскольку уровень знаний студентов иностранцев довольно сильно отличается, единственным методом интеграции их в единый образовательный процесс является проведение с ними индивидуальных занятий или групповых консультаций в малых группах, собранных по уровню студентов. К сожалению, в ходе вступительных испытаний выявить уровень в полной мере удается не всегда, да и зачастую при общей неплохой математической подготовке отсутствуют некоторые знания (например, умение решать тригонометрические уравнения), которые не проверялись в ходе вступительных испытаний.

Поскольку количество студентов–иностранцев, нуждающихся в коррекции уровня математической подготовки для обучения в вузе, растет из года в год вместе с их общим количеством, то единственным вариантом является проведение в первом семестре дополнительных курсов, проводимых преподавателями кафедры, ведущими занятия на первом курсе.

Поскольку обучение студентов-иностранцев ведется совместно с русскоязычными студентами, необходимо стоит процесс обучения на практической основе, уделяя как можно большее внимание формированию практических навыков решения задач. Этот подход хорошо укладывается в парадигму подготовки бакалавра в первую очередь как специалиста-практика, готового к осуществлению педагогической деятельности. Ему необходимы те знания из выс-

шей математики, которые позволят успешнее осуществлять процесс обучения в школе.

Именно поэтому обучение вычислительным алгоритмам линейной алгебры, векторной алгебры, аналитической геометрии или математического анализа необходимо активно использовать сравнения с традиционными методами решения задач в школьном курсе, показывая облегчение решения либо возможность его алгоритмизации, в том числе и с последующим переводом решения на компьютер.

Следует пересмотреть роль методического обеспечения, которое должно предоставлять тщательно разобранные алгоритмы решения задач, основанных на ключевых знаниях, умениях и навыках. Перечень таких умений утвержден на заседании кафедры и проверяется по итогам каждого семестра в рамках итоговой контрольной работы.

Например, для проверки обобщенного умения решать задачи методами векторной алгебры может использоваться кейс-задание вида:

По заданным координатам вершин тетраэдра найти:

А) скалярное, векторное и смешанное произведение векторов АВ, АС, АД.

Б) Найти угол ВАС, площадь треугольника АВС, объем тетраэдра АВСД.

В) Найти расстояние между скрещивающимися прямыми АВ и СД.

*Основные задачи, стоящие перед кафедрой как структурной единицей, отвечающей за качественную подготовку студентов, в том числе и студентов-иностранцев*

Вышеперечисленные проблемы и обозначенные пути их решения требуют системных решений, в том числе и управленческих, на уровне кафедры. Среди этих задач выделим следующие:

- составление глоссария, содержащего основные понятия, определения и теоремы, необходимые для усвоения студентами в ходе первого и второго семестра;

- дополнение глоссария символьными формулировками определений и теорем, включение в глоссарий «транскрипции» для перевода символьного языка на обычный;

- выделение основных алгоритмов, необходимых для дальнейшего успешного освоения программы по математике педагогического вуза;

- создание учебно-методического пособия, содержащего подробный разбор основных алгоритмов с примерами решения задач, индивидуальными домашними заданиями, примерными вариантами контрольных работ.

### **Выводы**

1. Обучение иностранных студентов является важной проблемой на современном этапе развития вуза.

2. Проблемы обучения математике иностранных студентов должны решаться комплексно совместно с общей модернизацией системы высшего педагогического образования.

3. Предложенные варианты решения проблемы обучения студентов-иностранцев позволяют выстроить систему работы по включению студентов-иностранцев в единое образовательное пространство педагогического вуза.

#### Список использованных источников

1. 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). – С. 167–176.

2. Ладоскин, М. В. Согласованность предметной подготовки бакалавров педагогического образования со школьным курсом математики / М. В. Ладоскин, Н. Н. Дербеденева, Н. Г. Тактаров// Проблемы современного педагогического образования. Сер.: Педагогика и психология. – Научный журнал: – Ялта: РИО ГПА, 2016. – Вып. 53. – Ч. 11. – С. 113–120.

#### References

1. 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, 10 (3), pp. 167–176.

2. Ladoshkin M. V., Derbeneva N. N., Taktarov N.G. Coherence of the subject training of bachelors of pedagogical education from the school course of mathematics. Problems of modern pedagogical education. Ser.: Pedagogics and psychology. The scientific journal, Yalta: RIO HPA, 2016, vol. 53, pp. 113–120.

*Поступила 01.02.2018 г.*

УДК 519.7(045)  
ББК 22.18р

#### **Жаркова Юлия Сергеевна**

кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедра математики и методики обучения математике  
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический  
sss-ulia@mail.ru

#### **Сачкова Юлия Сергеевна**

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

### МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Аннотация.** Описываются типы и методы решения задач экономико-математического моделирования с помощью оптимизации функций, обосновывается актуальность преподавания основ экономико-математического моделирования в школе и в вузе.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, исследование операций, оптимизация функций, задача линейного программирования, задача о назначении, транспортная задача, матричная игра.

**Zharkova Julia Sergeevna**

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

**Sathkova Julia Sergeevna**

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

## METHODS FOR SOLVING ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING PROBLEMS

**Abstract.** The types and methods of solving problems of economic and mathematical modeling with the help of optimizing functions are described, the relevance of teaching the basics of economic and mathematical modeling at school and in the university is justified.

**Keywords:** mathematical modeling, operation research, optimization of functions, linear programming problem, assignment problem, transport problem, matrix game.

Применение математических методов для решения экономических задач разнообразно и многочисленно. В частности, решение многих задач экономико-математического моделирования основано на принципах математического моделирования и математического программирования. Методы решения подобных задач изучаются в основном студентами экономических профилей обучения, однако в силу практической направленности таких задач и нестандартности методов их решения, они представляют интерес не только для учащихся педагогических вузов, но и для школьников профильных классов обучения. Как отмечается в работе [1] «В основе решения сюжетных задач лежит математическое моделирование, поэтому необходимо организовать обучение элементам моделирования уже на ранних этапах обучения» [1, с. 85].

Обучение созданию, анализу и использованию математических моделей задач исследования операций способствует умению формулировать математические модели задач, связанных с различными сферами человеческой деятельности. Как отмечено в работе [2] «рассмотрение моделей из биологии, физики, истории, экономики позволит усилить межпредметные связи, а также позволит в будущей профессиональной деятельности студенту мотивировать к занятиям математикой школьников, ориентированных на изучение данных дисциплин» [2, с. 120]. В связи с вышесказанным, обучение студентов педагогического вуза методам экономико-математического моделирования является актуальным и может быть проведено в рамках дисциплин «Исследование операций», «Экономико-математическое моделирование», «Математические методы и модели в экономике», «Теория принятия решений» и т. д.

Можно отметить, что для выбора наилучших решений и объективного суждения об их эффективности необходимо уметь пользоваться количественными мерами, основанными на правильном учете потребностей, возможностей, ресурсов и связей между ними, обеспечивающими получение в приемлемые

сроки наилучших (оптимальных) решений. Это достижимо, когда имеется достаточно хорошо разработанный математический аппарат экономико-математического моделирования. Цели создания экономико-математических моделей разнообразны: они строятся для анализа тех или иных предпосылок и положений экономической теории, логического обоснования экономических закономерностей, обработки и приведения в систему эмпирических данных.

В практическом плане экономико-математические модели используются как инструмент прогноза, планирования, управления и совершенствования различных сторон экономической деятельности общества. Экономико-математические модели отражают наиболее существенные свойства реального объекта или процесса с помощью математической записи: линейных уравнений и их систем; линейных и нелинейных неравенств; дифференциальных уравнений и т.д. Хотя единой классификации экономико-математических моделей не существует, можно выделить наиболее значимые их группы в зависимости от признака классификации. В экономико-математическом моделировании модели разделяются на классы по ряду признаков: особенностям моделируемых объектов, целям моделирования и используемому инструментарию.

Среди огромного многообразия применения методов математического моделирования в экономике можно выделить, как наиболее доступные, методы решения задач линейного программирования: графический метод решения задачи оптимизации ресурсов предприятия, венгерский метод решения задачи о назначениях, метод оценок решения задачи коммивояжера и т. д.

Однако перед изучением соответствующих методов решения математического программирования необходимо овладеть навыками составления математической модели задачи [1]. Приведем примеры интересных текстовых задач, которые можно решить методами линейного программирования, предварительно составив математическую модель.

*Пример 1 (Задача о назначениях).* Фирма получила заказы на разработку пяти программных продуктов. Для выполнения этих заказов решено привлечь четверых наиболее опытных программистов. Каждый из них должен написать одну программу. В следующей таблице приведены оценки времени (в днях), необходимого программистам для выполнения каждой из этих работ:

Таблица 1

Время выполнения программ				
Программа \ Программист	1	2	3	4
Иванов	40	45	25	35
Петров	56	48	39	41
Васильев	42	40	35	55
Сидоров	50	58	45	48

Распределите работы между программистами, чтобы общее количество времени, затраченное на выполнение всех пяти заказов, было минимальным.

*Пример 2 (Задача о минимальном пути).* Интернет-провайдер планирует

создание оптоволоконной сети (рис. 1) для обслуживания семи районно-новостроек. Числа на отрезках указывают длину оптоволоконного кабеля, соединяющего соответствующие узлы. Узел S представляет точку подключения к сети интернет, узлы 1–7 соответствуют семи районам. Найти такие отрезки-пути, которые потребуют кабель минимальной длины для связи (прямой или через другие пункты) всех районов с точкой подключения к сети интернет.

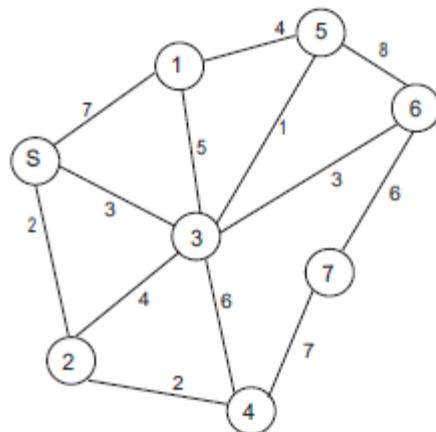


Рис. 1. Сеть оптоволоконного кабеля

*Пример 3 (Задача распределения ресурсов).* Студент Василий решил распределить свое дневное время между учебой и игрой. Привлекательность игрового времени он оценивает в два раза выше, чем привлекательность времени, затраченного на учебу. Но имея совесть и чувство долга, Василий решил, что время игры не должно превышать время учебы. Кроме того, он заметил, что если выполнять все задания, на игру останется не более 4 часов в день. Помогите Василию распределить его дневное время так, чтобы он получал максимальное удовольствие и от учебы, и от игры.

Для решения же задач нелинейного программирования необходимо владение более сложными методами, требующими хорошей математической подготовки в области алгебры и математического анализа.

Например, метод Лагранжа оптимизации функций основывается на методах дифференциального исчисления, метод штрафных функций требует знаний о пределах последовательностей, метод Франка-Вульфа – владения численными методами и т. д.

Достаточно интересными также являются методы решения теории игр и задач параметрического программирования, сетевого планирования.

Приведем примеры заданий, предлагаемых учащимся вузов в рамках дисциплин экономико-математического моделирования.

*Пример 4 (Задача сетевого планирования).* Компания разрабатывает строительный проект. Исходные данные по основным операциям проекта представлены в табл.2. Постройте сетевую модель проекта, определите критические пути модели и проанализируйте, как влияет на ход выполнения проекта задержка работы D на 4 недели.

Таблица 2

Время выполнения операций проекта		
Название	Непосредственно предшествующие операции	Длительность, недели
A	–	4
B	–	6
C	A,B	7
D	B	3
E	C	4
F	D	5
G	E,F	3

*Пример 6 (Задача теории игр).* Игрок 2 прячет в одном из  $n$  мест предмет стоимостью  $c_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ). Игрок 1 ищет этот предмет в одном из  $n$  мест, и если находит, то получает  $c_j$ , в противном случае получает 0. Пусть  $n = 4$  и вектор стоимости предметов  $c = (5, 7, 3, 12)$ . Чему равен оптимальный выигрыш?

Отдельный класс составляют задачи на оптимальный выбор, представленные в материалах ЕГЭ по математике. Впервые в 2015 году в заданиях ЕГЭ по математике профильного уровня появились задачи с экономическим уклоном, относящиеся к задачам повышенной сложности и вызывающие трудности у большинства учащихся. В связи с этим в работе [4] выявляются ключевые проблемы, среди которых: неумение проводить анализ условия, искать пути решения, применять известные алгоритмы в измененной ситуации.

В 2016 году наряду с такими задачами можно встретить задачи на выбор оптимального распределения ресурсов: «Поле и фермер», «Предприниматель и отель», «Добыча алюминия и никеля», и т. д.

Решение задач на оптимальный выбор, представленных в сборнике материалов ЕГЭ по математике, можно разбить на следующие этапы:

- составление математической модели задачи (переменных, целевой функции и ограничений);
- исследование математической модели (решение);
- анализ модели (запись ответа).

*Пример 7.* Фабрика, производящая пищевые полуфабрикаты, выпускает блинчики со следующими видами начинки: ягодная и творожная. В данной ниже таблице приведены себестоимость и отпускная цена, а также производственные возможности фабрики по каждому виду продукта при полной загрузке всех мощностей только данным видом продукта.

Таблица 3

Исходные данные задачи			
Вид начинки	Себестоимость (за 1 тонну)	Отпускная цена (за 1 тонну)	Производственные возможности
ягоды	70 тыс. руб.	100 тыс. руб.	90 (тонн в мес.)
творог	100 тыс. руб.	135 тыс. руб.	75 (тонн в мес.)

Для выполнения условий ассортиментности, которые предъявляются торговыми сетями, продукции каждого вида должно быть выпущено не менее 15 тонн. Предполагая, что вся продукция фабрики находит спрос (реализуется без остатка), найдите максимально возможную прибыль, которую может получить фабрика от производства блинчиков за 1 месяц.

При решении подобных задач требуется найти наибольшее или наименьшее значение целевой функции, для чего можно использовать производную функции, точки экстремума, вспомогательные неравенства (неравенство о средних, об обратных величинах и т. д.). Также необходимо владеть навыками составления и решения математической модели задачи, для чего полезными были бы владение методами решения задач экономико-математического моделирования.

Итак, можно сделать вывод о том, что учащимся общеобразовательных организаций необходимо знакомство с методами решения задач оптимизации, с составлением и использованием различных математических моделей. Изучение методов дисциплин экономико-математического моделирования будет способствовать формированию математической культуры учащихся: развитию умений проводить анализ и поиск решения задачи, логического мышления, математической интуиции. Акцент же в преподавании этих дисциплин можно сделать на математические модели принятия решений, составляющие ядро широкого спектра научно-технических и социально-экономических технологий, которые реально используются современным мировым профессиональным сообществом в теоретических исследованиях и практической деятельности. Применение математических методов для решения экономических задач разнообразно и многочисленно. В частности, решение многих задач экономико-математического моделирования основано на принципах математического моделирования и математического программирования. Методы решения подобных задач изучаются в основном студентами экономических профилей обучения, однако в силу практической направленности таких задач и нестандартности методов их решения, они представляют интерес не только для учащихся педагогических вузов, но и для школьников профильных классов обучения. Как отмечается в работе [1], «...В основе решения сюжетных задач лежит математическое моделирование, поэтому необходимо организовать обучение элементам моделирования уже на ранних этапах обучения» [1, с. 85].

Обучение созданию, анализу и использованию математических моделей задач исследования операций способствует умению формулировать математические модели задач, связанных с различными сферами человеческой деятельности. Как отмечено в работе [2], «... рассмотрение моделей из биологии, физики, истории, экономики позволит усилить межпредметные связи, а также позволит в будущей профессиональной деятельности студенту мотивировать к занятиям математикой школьников, ориентированных на изучение данных дисциплин» [2, с. 120]. В связи с вышесказанным, обучение студентов педагогического вуза методам экономико-математического моделирования является актуальным и может быть проведено в рамках дисциплин «Исследование опера-

ций», «Экономико-математическое моделирование», «Математические методы и модели в экономике», «Теория принятия решений» и т. д.

Среди огромного многообразия применения методов математического моделирования в экономике можно выделить как наиболее доступные методы решения задач линейного программирования: графический метод решения задачи оптимизации ресурсов предприятия, венгерский метод решения задачи о назначениях, метод оценок решения задачи коммивояжера и т. д.

Однако перед изучением соответствующих методов решения математического программирования необходимо овладеть навыками составления математической модели задачи [1]. Приведем примеры интересных текстовых задач, которую можно решить методами линейного программирования, предварительно составив математическую модель.

*Пример 1 (Задача распределения ресурсов).* Студент Петров решил распределить свое дневное время между учебой и игрой. Привлекательность игрового времени он оценивает в два раза выше, чем привлекательность времени, затраченного на учебу. Но имея совесть и чувство долга, Петров решил, что время игры не должно превышать время учебы. Кроме того, он заметил, что если выполнять все задания, на игру останется не более 4 часов в день.

Помогите Петрову распределить его дневное время так, чтобы он получал максимальное удовольствие и от учебы, и от игры.

*Пример 2 (Задача о минимальном пути).* Интернет-провайдер планирует создание оптоволоконной сети (рис. 1) для обслуживания семи районных новостроек. Числа на отрезках указывают длину оптоволоконного кабеля, соединяющего соответствующие узлы.

Узел S представляет точку подключения к сети интернет, узлы 1–7 соответствуют семи районам.

Найти такие отрезки-пути, которые потребуют кабель минимальной длины для связи (прямой или через другие пункты) всех районов с точкой подключения к сети интернет.

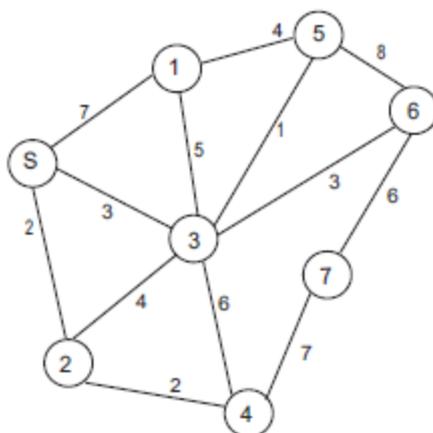


Рис. 1. Сеть оптоволоконного кабеля

*Пример 3 (Задача о назначениях).* Фирма получила заказы на разработку пяти программных продуктов. Для выполнения этих заказов решено привлечь

четверых наиболее опытных программистов. Каждый из них должен написать одну программу. В следующей таблице приведены оценки времени (в днях), необходимого программистам для выполнения каждой из этих работ (табл 1).

Таблица 1

Программа \ Программист	1	2	3	4
Иванов	40	45	25	35
Петров	56	48	39	41
Васильев	42	40	35	55
Сидоров	50	58	45	48

Распределите работы между программистами, чтобы общее количество времени, затраченное на выполнение всех пяти заказов, было минимальным.

Для решения задач нелинейного программирования необходимо владение более сложными методами, требующими хорошей математической подготовки в области алгебры и математического анализа. Например, метод Лагранжа оптимизации функций основывается на методах дифференциального исчисления, метод штрафных функций требует знаний о пределах последовательностей, метод Франка-Вульфа – знаний в области численных методов и т. д. Достаточно интересными также являются методы решения теории игр и задач параметрического программирования, сетевого планирования.

Приведем примеры заданий, предлагаемых учащимся вузов в рамках дисциплин экономико-математического моделирования.

*Пример 4 (Задача сетевого планирования).* Компания разрабатывает строительный проект. Исходные данные по основным операциям проекта представлены в табл.2. Постройте сетевую модель проекта, определите критические пути модели и проанализируйте, как влияет на ход выполнения проекта задержка работы D на 4 недели.

Таблица 2

Время выполнения операций проекта

Название	Непосредственно предшествующие операции	Длительность, недели
A	–	4
B	–	6
C	A,B	7
D	B	3
E	C	4
F	D	5
G	E,F	3

*Пример 6 (Задача теории игр).* Игрок 2 прячет в одном из  $n$  мест предмет стоимостью  $c_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ). Игрок 1 ищет этот предмет в одном из  $n$  мест, и если находит, то получает  $c_j$ , в противном случае получает 0. Пусть  $n = 4$  и вектор стоимости предметов  $c = (5, 7, 3, 12)$ . Чему равен оптимальный выигрыш?

Итак, изучение методов дисциплин экономико-математического моделирования будет способствовать формированию математической культуры учащихся: развитию умений проводить анализ и поиск решения задачи, логического мышления, математической интуиции. Акцент же в преподавании этих дисциплин можно сделать на математические модели принятия решений, составляющие ядро широкого спектра научно-технических и социально-экономических технологий, которые реально используются современным мировым профессиональным сообществом в теоретических исследованиях и практической деятельности.

#### Список использованных источников

1. Жаркова, Ю. С. Преподавание элементов математического моделирования в педагогическом вузе как средство развития профессиональных компетенций / Ю. С. Жаркова // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2014. – № 9–1. – С. 85–93.
2. Тактаров, Н. Г. Согласованность предметной подготовки бакалавров педагогического образования со школьным курсом математики / Н. Г. Тактаров, М. В. Ладоскин, Н. . Дербеденева // Проблемы современного педагогического образования. – 2016. – № 53–11. – С. 113–120.
3. Хуторецкий, А. Б. Математические методы и модели исследования операций. Курс лекций / А. Б. Хуторецкий, А. А. Горюшкин. – Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2014. – 124 с.
4. Ященко, И. В. Методические рекомендации для учителей, подготовленных на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года по математике [Электронный ресурс] / И. В. Ященко, А. В. Семенов, И. Р. Высоцкий. – Режим доступа : [http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/1509023556/matematika\\_2017\\_.pdf](http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/1509023556/matematika_2017_.pdf).

#### References

1. Zharkova Y. S. Teaching elements of mathematical modeling in a pedagogical university as a means of developing professional competences. Bulletin of the Chelyabinsk State Pedagogical University, 2014, no. 9–1, pp. 85–93.
2. Taktarov N. G. Ladoshkin M. V., Derbedeneva N. N. Consistency of the subject training of bachelors of pedagogical education with the school course of mathematics. Problems of Modern Pedagogical Education, 2016, no. 53–11, pp. 113–120.
3. Khutoretsky A. B. Mathematical methods and models of operations research. Course of lectures. Publishing house Novosib. state. University. Novosibirsk, 2014, 124 p.
4. Yashchenko, I. V., Semenov A. V., Vysotsky I. R. Methodological Recommendations for Teachers Prepared on the Basis of Analysis of Typical Errors of the Unified State Exam 2017 in Mathematics [Electronic Resource]. URL : [http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/1509023556/matematika\\_2017\\_.pdf](http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/1509023556/matematika_2017_.pdf).

*Поступила 12.01.2018 г.*

УДК 37.016:004(045)  
ББК 32.973.202р

**Кормилицына Татьяна Владимировна**

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

**Хнуева Светлана Александровна**

магистрант  
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт  
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия

**ОБУЧЕНИЕ УЧАЩИХСЯ ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ  
НА ОСНОВЕ ВЕБ 2.0**

*Аннотация:* рассматривается формирование у учащихся умения использования сервисов веб 2.0 в учебной и исследовательской деятельности в рамках элективного курса.

*Ключевые слова:* интернет, интернет-технологии, сетевой сервис, исследовательская деятельность, веб-среда.

**Kormilitsyna Tatyana Vladimirovna**

Candidate of physico-mathematical Sciences, Docent  
Department of computer science and engineering  
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

**Hnueva Svetlana Aleksandrovna**

Undergraduat  
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

**TRAINING STUDENTS TO INNOVATIVE TECHNOLOGIES BASED ON WEB 2.0**

*Abstract:* considers the possibility of forming the students' ability to use Web 2.0 services in educational and research activities within the elective course.

*Keywords:* Internet, Internet technologies, network service, research activity, Web-environment.

При переходе к обществу информационного типа одной из общепрофессиональных становится способность к представлению результатов своей деятельности в виде информационных объектов различных видов, различной структуры и различного уровня сложности. Учитывая распространенность сети Интернет и тот факт, что веб-технологии сегодня представляют стандартный общепринятый интерфейс к информационным ресурсам Интернет, следует считать информационные объекты, подготовленные средствами веб-технологий, типичным вариантом представления информации [5]. Их подготовка составляет, таким образом, одну из составляющих информационно-коммуникационной компетентности, развитие которой у школьников является, согласно Государственному стандарту основного и среднего (полного) общего образования, одной из

первоочередных задач курсов информатики и информационно-коммуникационных технологий в школе. Сервисы веб 2.0 можно предложить для изучения учащимся в рамках элективного курса «Сервисы веб 2.0».

Концептуальную основу элективного курса составляет идея подготовки учащихся к представлению результатов своей (образовательной, проектной, исследовательской) деятельности средствами веб-технологий. Программа данного курса предназначена для учащихся 10–11 классов по курсу «Информатика» и рассчитана на 17 часов, которые проводятся в течение полугодия по 1 часу в неделю. При изучении сервисов веб 2.0 дается их классификация и приводятся готовые примеры по их использованию.

Материал элективного курса предполагает наличие у учащихся элементарных навыков работы в средах ОС Windows, MS Office (Word, PowerPoint), а также навыки работы с браузером и сети Интернет в целом.

*Основной целью* элективного курса является формирование у учащихся умения использования сервисов веб 2.0 в учебной и исследовательской деятельности.

Достижение поставленной цели связывается с решением следующих *задач*: познакомить учащихся с основами работы с использованием технологии веб 2.0; сформировать культуру общения и взаимодействия в рамках сетевых сообществ; научить учащихся использовать социальные сервисы в обучении; сформировать навыки работы с веб-средой; развивать техническое, логическое и образное мышление учащихся; способствовать профессиональной ориентации обучающихся.

Особое значение при реализации курса имеет учет междисциплинарности, которая выражается в том, что средства веб-технологий используются не сами по себе, а для представления данных разных областей. В связи с этим базовой формой работы по курсу является исследовательский проект. Характер исследовательской деятельности варьируется от реферативной до экспериментальной. В курсе отсутствует явное разделение на теоретическую и практическую части. Весь необходимый для реализации проекта теоретический материал учащиеся получают по мере выполнения лабораторных работ и при использовании информационного обеспечения курса.

При изучении курса применяются различные формы организации занятий, ориентированные на личностные запросы и возможности школьников, способствующие развитию познавательной активности и стремлению к самообразованию и самосовершенствованию.

Программой элективного курса предусмотрено проведение практикумов – интегрированных практических работ, ориентированных на получение целостного содержательного результата, осмысленного и интересного для учащихся. При выполнении работ практикума предполагается использование актуального содержательного материала по использованию социальных сервисов и сетей и заданий из других предметных областей.

Для изучения в курсе предлагаются следующие темы.

*Тема 1.* Вводное занятие. Интернет-технологии веб 2.0. Интернет, исто-

рия Интернет, основные понятия. Технология веб 2.0. Службы и сервисы сети (форумы, чаты, электронная почта, поисковые системы. Сетевые сервисы. Службы хранения файлов, аудио и видеоматериалов).

*Тема 2.* Совместный поиск и хранение информации. Сервисы хранения медиа-материалов Социальные поисковые системы. Социальные закладки. Виды поиска. Сервисы хранения текстовых документов (книги), аудиозаписи, подкасты, видео, фотографии, схемы, рисунки. Аннотация поиска и найденных материалов, их классификация.

*Тема 3.* Знакомство с сервисом LearningApps.org. Регистрация на сервисе. Практическая работа «Подбор материала по теме «Носители информации». Практическая работа «Создание ленты времени в сервисе LearningApps.org».

*Тема 4.* Сервисы хранения медиа-материалов. Практическая работа «Создание медиа».

*Тема 5.* Знакомство с сервисом Puzzlecup.com. Создание кроссворда на тему «Средства массовой информации» в сервисах LearningApps.org, Puzzlecup.com.

*Тема 6.* Online анкетирование. Знакомство с сервисом Anketer. Проведение социологического опроса «Интернет-зависимость». Оформление результатов опроса в виде таблицы с графиком.

*Тема 7.* Wiki-среда: основные возможности. Построение таблицы. Правила создания ссылок. Внедрение аудио и видеофрагментов.

*Тема 8.* Wiki-стенгазета. Подбор сайтов, которые могут быть полезны для школьников в учебной деятельности. Оформление результата (стенгазета).

*Тема 9.* Блоги. Платформы для пошагового создания блога, организации сетевого взаимодействия и дистанционного обучения.

*Тема 10.* Выполнение итоговой творческой работы-проекта в любом из сервисов по технологии веб 2.0.

Для проведения элективного курса «Сервисы веб 2.0» необходимо соответствующее техническое и программное оснащение кабинета. Оно должно включать в себя: персональный компьютер (на каждые 1–3 человека), проектор или мультимедийная доска, локальная сеть, выход в Интернет.

Предметом диагностики и контроля являются выполненные учащимися практические работы по предложенным темам. Оценка имеет различные способы выражения – устные суждения педагога, письменные качественные характеристики, систематизированные по заданным параметрам аналитические данные, в том числе и рейтинги. Оценке подлежит в первую очередь уровень достижения учеников минимально необходимых результатов, обозначенных в целях и задачах курса [4]. В течение всего курса проводятся практические работы, оцениваемые балами. По окончании курса зачет получают учащиеся, выполнившие итоговую творческую работу.

В процессе изучения современной информатики происходит формирование важных личностных качеств человека, который включает в себя общеучебные умения, умения работать с информацией, коммуникативные умения. Во время занятий на курсе учащийся осваивает навыки работы с различными про-

граммными средствами, а также вырабатывает коммуникативные умения общения с аудиторией [1]. Во время выполнения заданий учащийся выполняет достаточно сложные умственные действия по преобразованию одного вида информации в другой, используя анализ, синтез, обобщение, проявляет креативные способности – создает новые информационные продукты, которые обладают новизной, как для разработчика проекта, так и для его окружения – учащихся класса.

#### Список использованных источников

1. Диков, А. В. Интернет и Веб 2.0 : учеб. пособие / Диков А. В. – М.: Директ–Медиа, 2012. – 62 с.
2. Кормилицына, Т. В. Проектирование информационного образовательного пространства учителя / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 1 (69). – С. 23–26.
3. Формирование информационного пространства для обеспечения профессиональной деятельности педагогов учебных заведений Республики Мордовия / Т. В. Кормилицына // Современный учитель сельской школы России : сб. статей участников Всерос. науч.-практ. конф. – Арзамас: АГПИ, 2010. – С. 297–300.
4. Кормилицына, Т. В. Электронный методический кабинет учителя: проблемы создания и использования / Т. В. Кормилицына // Дистанционные образовательные технологии в школе и вузе : сб. науч. статей под ред. Н. В. Вознесенской, Е. В. Черемухиной; МордГПИ. – Саранск, 2011. – С. 29–32.
5. Патаракин, Е. Д. Социальные сервисы Веб 2.0 в помощь учителю / Е. Д. Патаракин. – 2-е изд., испр. – М. : Интуит.ру, 2007. – 64 с.
6. Строганов, Б. Г. Обучение через Web : учеб. пособие / Б. Г. Строганов. – М. : РУДН, 2013. – 100 с.
7. Хнуева, С. А. Использование интернет-ресурсов в профессиональной деятельности педагога [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ispace.mordgpi.ru/2015/11/30/использование-интернет-ресурсов-в-пр>.

#### References

1. Dick A. V. Internet and Web 2.0 : a training manual. Moscow, Direct Media, 2012, pp. 62.
2. Kormilitsyna T. V. Design of the teacher's information educational space. Uchebnyj-experiment v obrazovanii, 2014, no. 1 (69), pp. 23–26.
3. Kormilitsyna T. V. Electronic methodical study of the teacher: problems of creation and use of distance learning technologies in school and University : collection of scientific works. articles ed. V. Voznesenskaya, E. V., Cheremukhina; MGPI. Saransk, 2011, pp. 29–32.
4. Patarakin E. D. Social services Web 2.0 to help the teacher. Moscow, Intuit.ru, 2007, 64 p.
5. Stroganov B. G. Learning through the Web. Moscow, RUDN, 2013, 100 p.
6. Hnueva S. A. the Use of online resources in professional activity of a teacher [Electronic resource]. URL: <http://ispace.mordgpi.ru/2015/11/30/использование-интернет-ресурсов-в-пр> Oh.

*Поступила 01.02.2018 г.*

УДК 37.016:512(045)  
ББК 22.14р

**Тагаева Екатерина Алексеевна**  
преподаватель  
кафедра информатики и вычислительной техники  
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт  
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Россия  
katrin\_87.08@mail.ru

### **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ GEOGEBRA ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПО АЛГЕБРЕ И НАЧАЛАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

**Аннотация:** В статье обосновывается актуальность использования информационных технологий в средней школе при обучении математике. Рассматриваются возможности использования программной среды GeoGebra при решении задач по алгебре и началам математического анализа.

**Ключевые слова:** математический анализ, образование, информационные технологии.

**Tagaeva Ekaterina Alekseevna**  
teacher  
Department of informatics and computer engineering  
Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk, Russia

### **POSSIBILITIES OF USING THE GEOGEBRA PROGRAM WHILE SOLVING THE PROBLEMS ON ALGEBRA AND THE TOP OF MATHEMATICAL ANALYSIS IN THE MEDIUM SCHOOL**

**Abstract:** The article proves the relevance of the use of information technology in high school for teaching mathematics. The possibilities of using the GeoGebra software environment for solving problems in algebra and the principles of mathematical analysis are considered.

**Keywords:** mathematical analysis, education, continuity, information technologies.

В настоящее время одной из самых основных задач образования является вхождение в современное информационное общество. В учебный процесс активно внедряются информационные технологии, что позволяет сделать обучение интересным, наглядным, разнообразным по форме; расширить возможности визуализации учебного материала; дифференцировать процесс обучения; осуществлять самостоятельную учебно-исследовательскую деятельность (моделирование, метод проектов, разработка презентаций и т. д.), развивая тем самым у школьников творческую активность.

Сказанное в полной мере относится и к математическому образованию, в общем, и, в частности, к школьному курсу алгебры и начал математического анализа, поскольку при обучении математике дидактические возможности информационных технологий можно реализовать более широко, чем при изучении других предметных областей. Алгебра в курсе средней школы является довольно сложным предметом. Поэтому для обучения учителю необходимо найти эффективное сочетание средств, методов и технологий. Так, информационные технологии на уроках математики экономят время, повышают мотивацию, поз-

воляют провести многостороннюю и комплексную проверку знаний, умений, усиливают интерес к уроку, к предмету, наглядно и красочно представляют материал. Информационные технологии на уроках математики важны еще и тем, что направлены на развитие коммуникативных способностей учащихся, делая при этом работу учителя более продуктивной.

Федеральным государственным образовательным стандартом среднего (полного) общего образования предусмотрены требования к предметным результатам освоения курса математики, которые должны отражать: «владение навыками использования готовых компьютерных программ при решении задач» [7].

Одной из программ, применяемых в школе при обучении учащихся решению задач по алгебре и началам математического анализа, является программная среда GeoGebra, включающая в себя геометрию, алгебру, таблицы, графы, статистику и арифметику, в одном удобном для использования пакете. Программа позволяет создавать различные конструкции из точек, отрезков, векторов, прямых, окружностей, математических функций и других элементов, а затем динамически изменять их и строить анимации. В программе имеются богатые возможности работы с функциями, построение графиков, вычисление корней, экстремумов, интегралов и т. д. Выполненные в данной программной среде задания можно демонстрировать в виде презентации или проецировать их на экран с помощью мультимедийного проектора. Поэтому особенно эффективно использование данной программы на уроках математики.

На уроках алгебры использование данной программы полезно будет при построении графиков функций, нахождении области определения и множества значений функции, решении уравнений и систем уравнений, в том числе и с параметром, графическим способом и т. д.

Например, следующее уравнение  $2^x = \frac{8}{x}$  можно решить графическим способом используя программу GeoGebra. Для этого необходимо вначале построить графики функций  $f(x) = 2^x$  и  $g(x) = \frac{8}{x}$  (рис. 1).

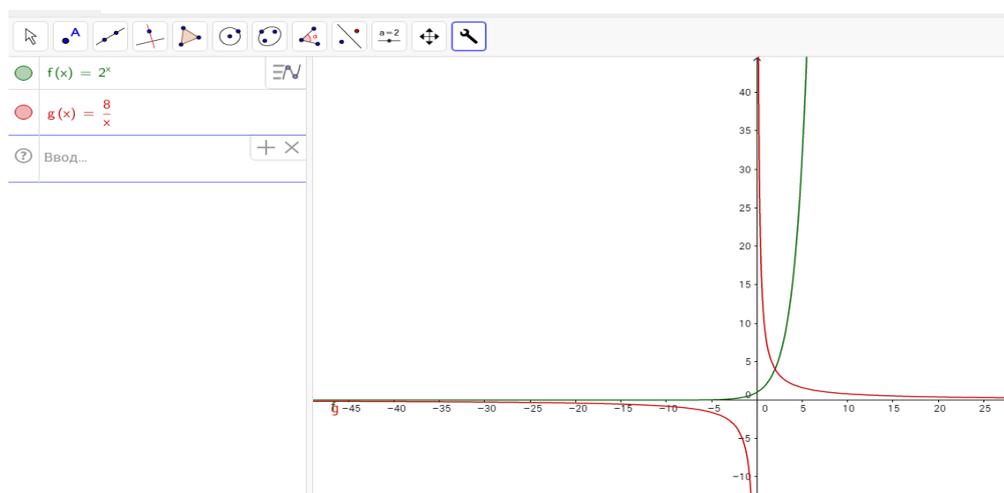


Рис. 1. Результат выполнения задания

Затем воспользоваться инструментом «Пересечение» (рис. 2).

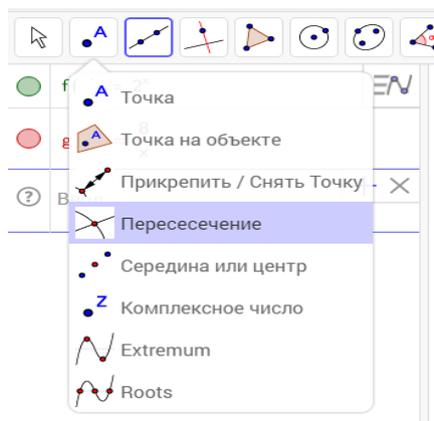


Рис. 2. Инструмент «Пересечение»

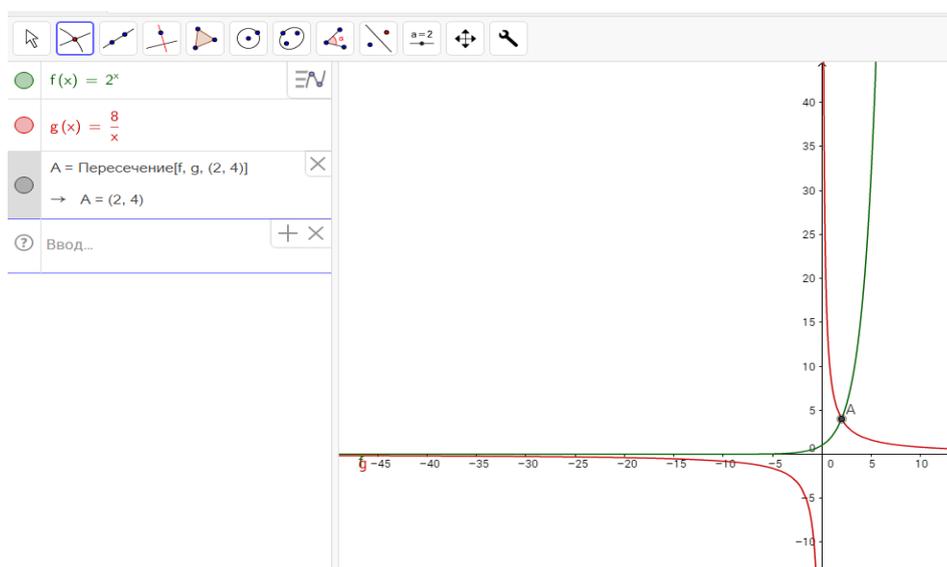
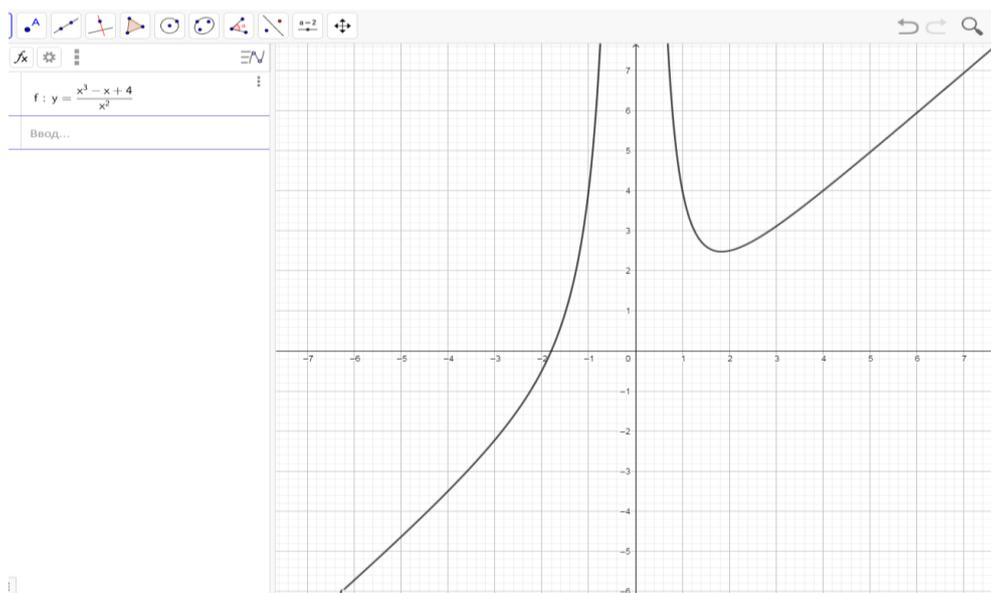


Рис.3. Применение инструмента «Пересечение»  
в программе GeoGebra

При построении графика функции  $y = \frac{x^3 - x + 4}{x^2}$  в программе учащиеся без труда смогут определить область определения и множество значений функции, нули функции, промежутки возрастания и убывания функции, экстремумы функции (рис. 4).



**Рис. 4.** Результат выполнения задания

Таким образом, применение программной среды GeoGebra на уроках алгебры позволяет более рационально использовать время на уроке, применять дифференцированные подходы в обучении, способствует развитию познавательной и исследовательской активности учеников. Использование интерактивных средств, созданных в программе GeoGebra, предоставляет учителю новые возможности для оптимизации процесса обучения, создания содержательных и наглядных заданий.

#### Список использованных источников

1. Кормилицына, Т. В. Виртуальные эксперименты в специализированных математических системах / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2011. – № 2. – С. 33–40.
2. Ладешкин, М. В. Использование компьютерных технологий при решении математических задач студентами педагогического вуза / М. В. Ладешкин // Учебный эксперимент в образовании. – 2010. – № 1. – С. 35–40.
3. Сафонов, В. И. Реализация методов математики и информатики с использованием возможностей специализированных программных продуктов / В. И. Сафонов // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 3. – С. 19 – 26.
4. Тагаева, Е. А. Информационные технологии в преподавании курса алгебры и начал математического анализа в школе / Е. А. Тагаева // Новая наука: современное состояние и пути развития : материалы международной науч.-практ. конф. (Оренбург, 30.09.2016 г.). – Стерлитамак: АМИ, 2016. – С. 69–71.
5. Тагаева, Е. А. Использование программной среды «Математический конструктор» при решении задач по алгебре и началам математического анализа в условиях преемственности между школой и вузом / Е. А. Тагаева // Учебный эксперимент в образовании. – 2016. – № 4. – С. 28–33.
6. Тагаева, Е. А. Преемственность в обучении математике и началам математического анализа в системе «школа - вуз» / Е. А. Тагаева // Гуманитарные науки и образование. – 2015. – № 4. – С. 91–95.
7. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс]. – URL :<http://минобрнауки.рф/документы/2365>.

### References

1. Kormilitsyna T. V. Virtual experiments in specialized mathematical systems. *Uchebnyj experiment v obrazovanii*, 2011, no. 2, pp. 33–40. (in Russian)
2. Ladoshkin M. V. Use of computer technology in solving mathematical problems students of pedagogical highschool. *Training experiment in education*, 2010, no. 1, pp. 35–40. (in Russian)
3. Safonov V. I. Implementation of methods of mathematics and computer science using the capabilities of specialized software products. *Uchebnyj experiment v obrazovanii*, 2016, no. 3, pp. 19–26. (in Russian)
4. Tagaeva E. A. Information technology in the teaching of the course of algebra and mathematical analysis began in the school. *New science: a modern condition and ways of development: materials of the international scientific-practical. Conf. (Orenburg, 30.09.2016 city). Sterlitamak, AMI, 2016*, pp. 69–71. (in Russian)
5. Tagaeva E. A. Use of the software environment «Mathematical Designer» in solving problems in algebra and the beginnings of mathematical analysis under conditions of continuity between school and university. *Uchebnyj experiment v obrazovanii*, 2016, no. 4, pp. 28–33. (in Russian)
6. Tagaeva E. A. Continuity in training to mathematics and the beginnings of the mathematical analysis in system «school-high school». *Gumanitarnye nauki I obrazovanie*, 2015, no. 4, pp. 91–95. (in Russian)
7. The federal state educational standard of secondary education [Electronic resource]. URL: <http://minobrnauki.rf/dokumenty/2365>. (in Russian)

*Поступила 22.01.2018 г.*

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 536.5  
ББК 22.3

**Битюков Владимир Ксенофонтович**

профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой  
кафедра теоретической радиотехники и радиофизики  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА)  
Москва, Россия  
bitukov@mirea.ru

**Горбунов Руслан Александрович**

начальник лаборатории теплотехнических измерений  
Федеральное бюджетное учреждение «Ростест-Москва»,  
Москва, Россия  
RyslanAG@rostest.ru

**Марьин Сергей Владимирович**

аспирант  
кафедра теоретической радиотехники и радиофизики  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА)  
Москва, Россия  
marin@mirea.ru

**Симачков Денис Сергеевич**

старший преподаватель  
кафедра теоретической радиотехники и радиофизики  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА)  
Москва, Россия  
simachkov@mirea.ru

**Фрунзе Александр Виленович**

доцент, доктор технических наук  
кафедра теоретической радиотехники и радиофизики  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА)  
Москва, Россия  
frunze@mirea.ru

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПИРОМЕТРИИ<sup>2</sup>

**Аннотация.** Рассмотрено состояние метрологической базы современной отечественной пирометрии. Показана история ее создания, связь с общим развитием метрологии в СССР. Описаны эталоны различных уровней, от Первичного эталона

<sup>2</sup> Результаты исследований получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России (Задание № 8.5577.2017/БЧ на выполнение проекта по теме «Исследование шумовых характеристик и пульсаций микросхем мобильных источников вторичного электропитания»).

единицы температуры до рабочих эталонов, а также связь между ними и их место в поверочной схеме ГОСТ 8.558-2009 Государственная поверочная схема для средств измерений температуры. Дан анализ эталонных средств измерений (излучателей и пирометров), производимых как ведущими отечественными производителями, так и наиболее полно представленными на отечественном рынке зарубежными производителями. Проанализировано обеспечение прослеживаемости средств измерений к Первичному эталону единицы температуры.

**Ключевые слова:** метрология, обеспечение, эталоны, единицы измерений, абсолютно черное тело, пирометры, поверочная схема, прослеживаемость.

**Bityukov Vladimir Ksenofontovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor

Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Physics  
Federal State Budget Educational Institution of Higher Learning  
«Moscow Technological University» Moscow, Russia

**Gorbunov Ruslan Alexandrovich**

Head of laboratory of thermotechnical measurements

Rostest-Moskva Federal budget enterprise Moscow, Russia

**Marin Sergey Vladimirovich**

Post-graduate student

Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Physics,  
Federal State Budget Educational Institution of Higher Learning  
«Moscow Technological University» Moscow, Russia

**Simachkov Denis Sergeevich**

Senior Lecturer

Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Physics,  
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
«Moscow Technological University» Moscow, Russia

**Frunze Alexander Villenovich**

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Department of Theoretical Radio Engineering and Radio Physics,  
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
«Moscow Technological University» Moscow, Russia

**METROLOGICAL ASSURANCE OF NATIONAL PYROMETRY**

**Abstract.** Today's national pyrometry metrological basis is considered. The background, its connection with the development of metrology in the USSR is shown. Measurement standards of different levels are described – from the Primary reference temperature unit to the working measurement standards, and also the interaction between them, their part in the verification scheme according to GOST 8.558-2009 “State verification scheme for temperature measuring devices”. The review is made of the standard measuring instruments (emitters and pyrometers) produced both by major domestic manufacturers and well represented on the domestic market foreign manufacturers. Ensurance of traceability of measuring instruments to the Primary reference temperature unit is analyzed.

**Keywords:** metrology, assurance, measurement standards, measurement units, total blackbody, pyrometers, verification scheme, traceability.

### **Введение**

Метрология как наука и область практической деятельности имеет древние корни. На протяжении развития человеческого общества измерения были основой взаимоотношений между собой, с окружающими предметами, природой. При этом вырабатывались определенные представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, а также правила и способы их сопоставления. Раздробленность территорий и населяющих их народов обуславливала индивидуальность этих правил и способов. Поэтому появлялось множество единиц для измерения одних и тех же величин [1].

#### ***Метрологическое обеспечение средств измерений***

Метрологическое обеспечение средств измерений зависит от сферы их использования. Сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора приведены в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений» (ст. 13).

В сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора используемые типы средств измерений должны быть утверждены и включены в Государственный реестр средств измерений, который ведет Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС). На средство измерений утвержденного типа и на эксплуатационные документы наносится знак утверждения типа установленной формы и выдается сертификат. При вводе средства измерений в эксплуатацию оно должно пройти первичную поверку, далее, в процессе эксплуатации, должны подвергаться периодической поверке органами Государственной метрологической службы или аккредитованными метрологическими службами юридических лиц. На поверенное средство измерений наносится клеймо и выдается свидетельство установленной формы. Перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляются метрологическими службами юридических лиц и направляются в органы Государственной метрологической службы. При осуществлении Государственного метрологического надзора контролируется правильность и полнота этих перечней, а также состояние и применение средств измерений.

Средства измерений, применяемые вне сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора, калибруются метрологической службой предприятия по эталонам, соподчиненным государственным эталонам единиц величин. Метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ органами Государственной метрологической службы в Российской системе калибровки. Порядок аккредитации на право выполнения калибровочных работ устанавливается Госстандартом России.

Пирометрия не входит в сферу государственного метрологического контроля и надзора, поэтому используемые типы средств измерений могут не вноситься в Государственный реестр средств измерений. Такие пирометры используют как с наличием сертификатами калибровки, так и без него, по усмотрению потребителя.

### *Первичные эталоны, рабочие эталоны, поверочные схемы*

Одно из условий обеспечения единства измерений - выражение результата в законных единицах. Это предполагает не только применение допущенных ГОСТ 8.417-81 единиц, но и обеспечение равенства их размеров. А для этого необходимо обеспечить воспроизведение, хранение единиц физических величин и передачу их размеров всем применяемым средствам измерений, градуированных в этих единицах.

Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (или кратных либо дельных значений единицы величины) с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины, выполненное по особой спецификации и официально утвержденное в установленном порядке, называется эталоном.

Эталон, утвержденный в качестве исходного эталона для страны, называют государственным эталоном.

В основе создания эталонов лежат фундаментальные исследования. В эталонах воплощены новейшие достижения науки и техники для воспроизведения единиц с максимально возможной точностью. Эталонную базу страны составляет государственные эталоны (порядка 120), которые хранятся в Государственных научных метрологических центрах.

Для различных метрологических работ создают вторичные эталоны, значения которых устанавливаются по государственному эталону. По назначению их подразделяют на эталоны-свидетели, эталоны-копии, эталоны-сравнения и рабочие эталоны. Эталон-свидетель предназначен для проверки сохранности государственного эталона и его замены в случае порчи или утраты. Эталон-копия предназначен для передачи размеров единиц рабочим эталонам. Эталон-свидетель применяют для сличения эталонов. Рабочий эталон используется для передачи размера единиц установкам высшей точности и в отдельных случаях наиболее точным рабочим средствам измерений.

Для передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений создана система эталонов, которые по точности подразделяются на разряды. Передача размеров единиц осуществляется путем поверки или калибровки средств измерений.

Поверка средств измерений – совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям. Поверка средства измерений заключается в определении погрешностей средства измерений и в установлении его пригодности к применению. Проведение поверки позволяет установить, находятся ли метрологические характеристики средств измерений в заданных пределах.

Процедура поверки средств измерений регламентируется различными документами (государственными стандартами, инструкциями, методическими указаниями и др.), соблюдение требований которых обязательно

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

Соподчинение Государственного эталона, вторичных, а также системы разрядных эталонов и рабочих средств измерений установлено государственной поверочной схемой.

Поверочная схема – утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений.

Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные, Государственные поверочные схемы регламентируются государственными стандартами и распространяются на все средства измерений данного вида. Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб Государственных органов управления и юридических лиц. Все локальные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой.

Поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части. На чертеже указывают: наименование средств измерений, диапазоны значений физических величин, обозначения и значения погрешностей, наименования методов поверки. Текстовая часть состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы.

### ***Первичный эталон единицы температуры, вторичный и рабочие эталоны***

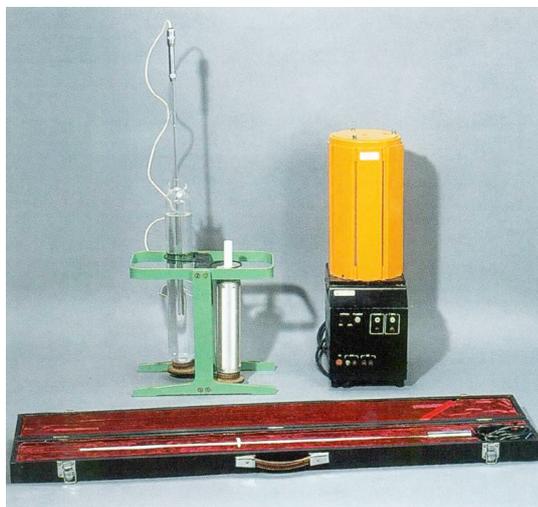
Государственный первичный эталон (ГПЭ) единицы температуры, как и эталоны других физических величин, представляет собой объект государственной важности, от сохранности ГПЭ и его работоспособности фактически зависит точность измерения температуры в России. Сведения о конкретных приборах, входящих в состав эталона, всегда считались информацией, публикация которой в открытой печати нежелательна. В связи с этим в данном издании не приводятся описания конкретных установок, входящих в состав ГПЭ, а описывается принцип действия эталона и очень коротко – история его создания.

Первичный эталон единицы температуры был создан в период с 1955 года по 1971 год во ВНИИМ в Санкт-Петербурге (тогда – Ленинграде) [2] и утвержден в качестве Государственного эталона 28 декабря 1972 года. Изменение состава эталона проходило в 1992 году, в 1998 году (в связи с введением новой международной температурной шкалы МТШ-90) и в 2007 году. Текущий номер ГПЭ по Госреестру ГЭТ 34-2007, его полное официальное название – Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 961,78 °С. Создание и совершенствование эталона единицы температуры является основной научной работой термометрической лаборатории ВНИИМ на протяжении всего периода существования лаборатории.

Государственный первичный эталон единицы температуры представляет собой комплекс аппаратуры для воспроизведения МТШ-90 с наивысшей в Российской Федерации точностью. Эталон предназначен для хранения единицы

температуры, проведения международных ключевых сличений, и для передачи размера единицы температуры рабочим эталонам региональных и ведомственных метрологических центров.

Эталон реализует МТШ-90, которая основана на ряде значений температур (реперных точках) и интерполяционных приборах, градуируемых в этих точках (рис. 1).



**Рис. 1.** Ампула тройной точки воды, аппаратура для реализации температуры плавления галлия, платиновый термометр сопротивления – интерполяционный прибор МТШ-90 в составе Государственного первичного эталона единицы температуры – Кельвина

Интерполяционным прибором является платиновый термометр сопротивления. Расчет значений температуры проводится на основе стандартной зависимости сопротивления термометра от температуры и индивидуальной функции отклонения. В диапазоне выше  $961,78\text{ }^{\circ}\text{C}$  температурная шкала определяется с помощью уравнения Планка для спектральной плотности излучения черного тела в вакууме [3].

Эталон состоит из комплекта следующих средств измерений:

- аппаратуры для реализации тройной точки воды, включающей две ампулы тройной точки воды и термостат;
- аппаратуры для воспроизведения точки плавления галлия, точек затвердевания индия, олова, цинка, алюминия, серебра и золота, включающей капсулы с заплавленными металлами и термостаты;
- трех платиновых термометров для использования в диапазоне  $0-419,527\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- трех платиновых термометров для использования в диапазоне  $419,527-1064,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- аппаратуры для измерения электрического сопротивления, включающую мост-компаратор постоянного тока;
- установки для воспроизведения температур точек затвердевания серебра, золота и меди, используемую для построения шкалы оптическими методами;

- группы из трех температурных ламп, аттестованных при температурах затвердевания серебра, золота и меди;
- фотоэлектрической аппаратуры, используемой для построения температурной шкалы оптическими методами, включающую спектрокомпаратор и средства измерений электрического сопротивления и напряжения (рис. 2).



**Рис. 2.** Спектрокомпаратор из состава фотометрической аппаратуры для построения температурной шкалы оптическим методом в составе Государственного первичного эталона единицы температуры – Кельвина

МТШ-90 является практической температурной шкалой, которая определяет методы и инструменты, позволяющие с высокой точностью и воспроизводимостью определять значения температуры, которые являются близкой аппроксимацией термодинамической температурной шкалы. Расхождение значений температур, полученных с помощью независимых реализаций МТШ-90, значительно меньше неопределенности измерения термодинамических температур.

Основные реперные точки шкалы МТШ-90 осуществляются как точки плавления, затвердевания и тройные точки чистых веществ. Тройная точка – такое состояние вещества, при котором твердая, жидкая и газообразная фазы находятся в тепловом равновесии. Точка плавления или затвердевания – такое состояние вещества, при котором происходит равновесный фазовый переход от твердого к жидкому состоянию вещества (или наоборот) при внешнем давлении 101325 Па. Для абсолютно чистого вещества температура границы жидкой и твердой фазы при равновесном фазовом переходе не зависит от того, какая процедура используется: затвердевание или плавление вещества. Для веществ с чистотой менее 99,99999 % метод медленного затвердевания приводит к более точным и воспроизводимым результатам, т.к. процесс плавления зависит от условий предыдущего затвердевания. По этой причине МТШ-90 устанавливает в качестве реперных точек преимущественно точки затвердевания, за исключением точки плавления галлия, для которой трудно реализовать процесс затвердевания из-за большого переохлаждения, присущего этому металлу.

Для реализации реперных точек шкалы на современном уровне точности необходимо использовать металлы чистотой не ниже 99,9999 % (как говорят химики и метрологи, чистота – шесть девяток). Именно поэтому в первую очередь используют драгоценные металлы – на них возможно достижение экстремально низких уровней примесей. В табл. 1 приведены основные реперные точки, входящие в состав ГПЭ единицы температуры в диапазоне 0 – 961,78 °С.

Таблица 1

### Реперные точки МТШ-90

Реперная точка	Обозначение	Температура по МТШ-90, °С
Тройная точка воды	TPW	0,01
Точка плавления галлия	Ga	29,7646
Точка затвердевания индия	In	156,5985
Точка затвердевания олова	Sn	231,928
Точка затвердевания цинка	Zn	419,527
Точка затвердевания алюминия	Al	660,323
Точка затвердевания серебра	Ag	961,78

Метрологические характеристики ГПЭ: диапазон измерений, С0-2500; случайная погрешность, С0,00005-1,4; систематическая погрешность, С 0,00005 -1,4. Эталон передает размер единицы эталонам Беларуси, Украины и Казахстана.

Процессы плавления и затвердевания металлов реализуются в специальных ячейках. Металл заправляется в тигли, изготовленные из графита высокой плотности и чистоты. Тигли помещаются в капсулы из пирекса или кварца, заполненные инертным газом (обычно аргоном или гелием). При изготовлении ячейки важно не допустить попадания кислорода и паров воды в металл, обеспечить высокую чистоту инертного газа и всех, используемых при заправке металла материалов. Повышение точности реализации реперной точки достигается применением ячеек открытого типа, в которых давление газа в капсуле может регулироваться и поддерживаться равным 101325 Па в течение фазового перехода. Для реализации точки плавления галлия используется ячейка из фторопласта высокой чистоты.

Для осуществления плавления и затвердевания металлов применяются печи и термостаты. Основное требование – обеспечение равномерного температурного поля на длине тигля с металлом, что необходимо для правильного формирования и продвижения границы двух фаз. При температурах выше 600 °С рекомендуется использовать печи с тепловыми трубами, а при более низких температурах могут использоваться печи с тремя нагревателями без тепловых труб. Современные требования к реализации реперных точек нацио-

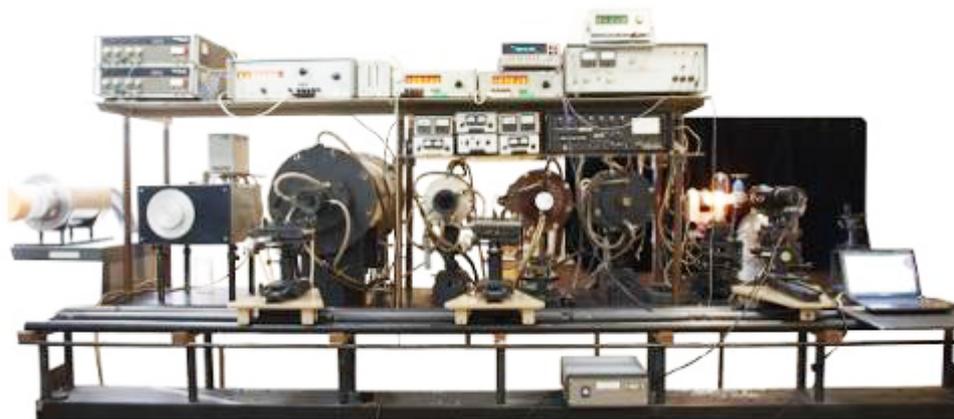
нальными метрологическими лабораториями следующие: изменение температуры на длине тигля при температуре на несколько градусов ниже затвердевания - не более 10 мК; вертикальный градиент температуры в металле на длине чувствительного элемента термометра – не более изменения, обусловленного эффектом гидростатического давления; постоянство температуры на протяжении 75 % площадки затвердевания – в пределах 1 мК; снижение температуры площадки относительно максимума за 50 % фазового перехода – несколько десятых мК; продолжительность площадки затвердевания не менее 10 часов.

Интерполяционным прибором МТШ-90 (т. е. дающим результат измерения в промежутках между температурами реперных точек) в диапазоне 0 - 961,78 °С является эталонный платиновый термометр сопротивления. Чувствительный элемент термометра представляет собой тонкую платиновую спираль, закрепленную без напряжений на каркасе из изоляционного материала (обычно кварца). Важнейшими требованиями к термометру являются: высокая чистота платиновой проволоки, свободное расширение проволоки при нагреве и охлаждении, высокое сопротивление изоляции при температурах выше 800 °С. В зависимости от диапазона температур используются два типа эталонных термометров: термометры для средних температур (ПТС) от 0 °С до 660,323 °С и высокотемпературные термометры (ВТС) от 660,323 °С до 961,78 °С. ВТС отличаются от ПТС большим диаметром платиновой проволоки, меньшим номинальным сопротивлением, что снижает эффект шунтирования чувствительного элемента изоляцией каркаса при высоких температурах.

На стабильность термометра оказывают влияние поверхностные и внутрикристаллические физико-химические процессы, происходящие в платине. Разработаны специальные методики работы с термометрами в различных диапазонах температур. Одна из основных рекомендаций – медленное охлаждение термометра от температур, превышающих 600 °С, с целью обеспечения равномерного распределения вакансий и дефектов кристаллической решетки.

В шкале МТШ-90 установлен метод построения интерполяционной функции платинового термометра с использованием стандартной функции и функции отклонения. Термометрическим параметром является относительное сопротивление термометра  $W(T)$ , определяемое как отношение сопротивления термометра при температуре  $T$  к его сопротивлению в тройной точке воды. При градуировке термометра для контроля определяют его относительное сопротивление в реперных точках шкалы.

Задача первичного эталона – хранение, воспроизведение и передача единицы. Поверки и калибровки должны проводиться на вторичных и рабочих эталонах. Предназначенный для этой цели вторичный эталон ВЭТ-34-31-06 был создан во ВНИИ оптико-физических измерений (ВНИИОФИ) (рис. 3) [4; 5].



**Рис. 3.** Вторичный эталон ВЭТ-34-31-06

Эталон предназначен для хранения и передачи размера единицы температуры, определяемой неконтактным методом по тепловому излучению, образцовым и рабочим средствам измерений повышенной точности в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 Государственная поверочная схема для средств измерений температуры [5].

Все МЧТ расположены на одном оптическом столе. Для удобства работы выходные апертуры МЧТ расположены в одной плоскости и на одной высоте с лентой температурных ламп. Для перемещения и юстировки поверяемых приборов и пирометра – компаратора используется скамья с роликовыми тележками, снабженная фиксаторами. На тележках располагаются юстировочные столики, снабженные захватами для крепления поверяемых приборов.

Состав эталона:

- ленточные температурные лампы типа ТРУ 1100-2350 для диапазона температур 800–2100 °С в количестве 3-х штук;
- прецизионный пирометр-компаратор TSP-2 с эффективной длиной волны 656 и 900 нм;
- широкоапертурная модель черного тела с регулируемой температурой излучающей полости МЧТ 80/100 на диапазон от минус 30 до плюс 80 °С;
- широкоапертурная модель черного тела с регулируемой температурой излучающей полости МЧТ 200/100 на диапазон от +30 до +200 °С;
- широкоапертурная модель черного тела с регулируемой температурой излучающей полости МЧТ 1000/60 на диапазон от +200 до +1000 °С;
- широкоапертурная модель черного тела с регулируемой температурой излучающей полости МЧТ 1600/60 на диапазон от +800 до +1600 °С;
- модель черного тела с регулируемой температурой излучающей полости МЧТ 2500/30 на диапазон от +900 до +2500 °С;
- модель черного тела с регулируемой температурой излучающей полости МЧТ 2500/18 на диапазон от +1000 до +2500 °С;
- модель черного тела фиксированной температурой излучающей полости МЧТ;
- система электропитания и регистрации.

Для переноса размера единицы от температурных ламп к излучателям-МЧТ служит пирометр-компаратор TSP-2 производства ВНИИОФИ. Пирометр калибруется по лампе ТРУ 1100-2350, прошедшей калибровку на первичном эталоне, и далее в процессах поверок и калибровок рабочих эталонов и средств измерений с его помощью осуществляется измерение температуры, формируемой излучателем-МЧТ. Таким образом, осуществляется процесс передачи единицы температуры от первичного эталона нижестоящим звеньям.

Рабочие эталоны, имеющиеся в распоряжении ВНИИМС, ФБУ «Ростест-Москва», региональных Центров стандартизации и метрологии (ЦСМ), а также ряда других организаций и предприятий являются отдельными самостоятельными излучателями и пирометрами, аттестованными метрологическими службами Росстандарта России, аккредитованными на проведение этих работ.

### ***Эталонные излучатели и пирометры***

Для передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений создана система эталонов, которые по точности подразделяются на разряды. Приводимые ниже эталонные излучатели и пирометры обязательно должны быть аттестованы как рабочие эталоны и проходить поверку. Передача им размеров единиц осуществляется путем их поверки или калибровки.

Необходимо отметить, что наряду с термином общеупотребимым АЧТ некоторые производители излучателей используют термин МЧТ – «модель черного тела». Мотивируется это тем, что АЧТ – это идеальный излучатель, параметры которого технически недостижимы, а их изделия – это реальные средства измерений, характеристики которых приближаются к таковым у АЧТ, но не достигают их. ВНИИОФИ предпочитает использовать аббревиатуру МЧТ, Омский завод «Эталон» – АЧТ. В статье сохранены аббревиатуры производителей.

### ***Эталонные излучатели производства ВНИИОФИ***

Разработка эталонных излучателей ведется во ВНИИОФИ с конца 80-х годов XX века [5]. За это время разработано и произведено несколько десятков различных излучателей, в том числе высокотемпературных (до 3500 К). Излучатели производства ВНИИОФИ используются в составе национальных эталонов единицы температуры многих стран мира.

*Широкоапертурные МЧТ 120/200* (рис. 4) предназначены для калибровки и поверки пирометров и тепловизоров, в том числе образцовых пирометров 1-го и 2-го разряда, а в обоснованных случаях – и рабочих средств измерений высшей точности.

МЧТ представляет собой полость из меди диаметром 120 и глубиной 200 мм, покрытую внутри краской с близким к единице значением излучательной способности. Температура полости поддерживается на заданном уровне с помощью жидкостного термостата со встроенным холодильником.



**Рис. 4.** Широкоапертурная МЧТ 120/200

Для точного измерения температуры используется 100-омный платиновый термометр сопротивления.

Основные характеристики МЧТ 120/200: диапазон рабочих температур – 20...+80 °С; нестабильность поддержания температуры 0,1 °С; погрешность измерения температуры 0,05 °С; излучательная способность 0,997; диаметр выходной апертуры 100 мм; время выхода на заданную температуру < 60 мин; потребляемая мощность 500 Вт.

*Излучатель МЧТ-1200* (рис. 5) предназначен для калибровки радиометрической и термометрической аппаратуры в составе лабораторных комплексов.



**Рис. 5.** Излучатель МЧТ-1200

Он представляет собой цилиндрическую модель черного тела, выполненную из жаропрочного хромоникелевого сплава.

Основные характеристики МЧТ 120/200: поддерживаемый диапазон рабочих температур 250... 50°С; нестабильность поддержания температуры 0,2°С; излучательная способность 0,995; диаметр выходной апертуры 10 мм; время выхода на заданную температуру < 45 мин; потребляемая мощность 180 Вт.

*Излучатель МЧТ-3500* (рис. 6) предназначен для использования в качестве эталонного планковского излучателя, а также для нагревателя вновь исследуемых высокотемпературных реперных точек (выше 2000 °С) на основе металло-углеродных эвтектических и перитектических соединений. В настоящее время излучатель используется в национальных метрологических институ-

тах РТВ (Германия) и KRISS (Ю. Корея) для воспроизведения национальных шкал.

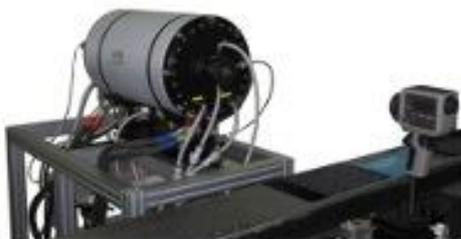


Рис. 6. Излучатель МЧТ-3500

Основные характеристики МЧТ 3500: поддерживаемый диапазон рабочих температур – 1800...3500 °С; нестабильность поддержания температуры – 0,2 °С; излучательная способность – 0,9995; диаметр выходной апертуры – 30 мм; время жизни сменного излучателя при температуре 3200 К > 300 час; охлаждение – водяное; рабочая среда внутри излучателя – аргон; потребляемая мощность – 3200 Вт.

*Излучатель МЧТ-3300* (рис. 7) предназначен для использования в качестве эталонного планковского излучателя, а также для нагревателя вновь исследуемых высокотемпературных реперных точек (выше 2000 °С) на основе металло-углеродных эвтектических и перитектических соединений. В настоящее время используется в национальных метрологических центрах NMJ (Япония) и ВНИИМ (Россия) для исследования реперных точек.

Основные характеристики МЧТ 3500: диапазон рабочих температур – 1500...3300 °С; нестабильность поддержания – температуры 0,2 °С; излучательная способность – 0,9995; диаметр выходной апертуры – 25 мм; время жизни сменного излучателя при температуре 3200К >300 час; охлаждение – водяное; рабочая среда внутри излучателя – аргон; потребляемая мощность – 2500 Вт.



Рис. 7. Излучатель МЧТ-3300

*Излучатель МЧТ-3300* (рис. 8) предназначен для использования в качестве эталонного планковского излучателя для воспроизведения температурной шкалы, а также для нагревателя вновь исследуемых высокотемпературных реперных точек (выше 2000 °С) на основе металло-углеродных эвтектических и

перитектических соединений. В настоящее время используется в национальных метрологических центрах в 11 странах мира.

Основные характеристики МЧТ 3300: диапазон рабочих температур – 1500...3300 °С; нестабильность поддержания – температуры 0,2 °С; излучательная способность – 0,9995; диаметр выходной апертуры – 22 мм; время жизни сменного излучателя при температуре 3200К >300 час; охлаждение – водяное; рабочая среда внутри излучателя – аргон; потребляемая мощность – 2200 Вт.



Рис. 8. Излучатель МЧТ-3300

#### *Эталонные излучатели Омского завода «Эталон»*

Разработка эталонных излучателей ведется на Омском заводе «Эталон» с середины 90-х годов XX века [6]. За это время разработано и произведено большое количество разнообразных излучателей, в том числе высокотемпературных, которыми оснащены многие региональные ЦСМ нашей стране.

*АЧТ-165/40/100* – излучатель в виде модели абсолютно черного тела второго разряда предназначен для настройки и градуировки средств бесконтактного измерения температуры (пирометров полного и частичного излучения, сканирующих пирометров и тепловизионных систем, телескопов и других средств) в диапазоне температур от 40 °С до 95 °С в лабораторных и цеховых условиях (рис. 9).

Излучатель может использоваться как для диапазона температур 40...95 °С (с теплоносителем – дистиллированная вода), так и для диапазона температур – минус 30...10 °С (с теплоносителем – спирт и с размещением самого излучателя в камере холода), а при использовании полиметалл-силиконовой жидкости ПМС-100 ГОСТ 13032-77 и до 200 °С.



Рис. 9. Излучатель АЧТ-165/40/100

*АЧТ-45/100/1100* – излучатель в виде модели абсолютно черного тела второго разряда предназначен для настройки и градуировки средств бесконтактного измерения температуры (пирометров и пирометрических преобразователей полного и частичного излучения, сканирующих пирометров и тепловизионных систем) в диапазоне температур от 100 °С до 1100 °С в лабораторных и цеховых условиях. Основной частью излучателя является трубчатая печь, в рабочем пространстве которой установлена вставка из никеля с конической излучающей полостью (рис.10).



**Рис. 10.** Излучатель АЧТ-45/100/1100

АЧТ разработано на базе выпускаемой на предприятии печи МТП-2МР, укомплектовано эталонной термопарой ППО 1 разряда, термостатом холодных концов, блоком управления БУ-1М со встроенным регулятором температуры.

Угол конической полости и положение вставки относительно торцов печи рассчитаны таким образом, чтобы обеспечить необходимую излучательную способность и минимальный градиент температуры по поверхности конуса. Эффективная излучательная способность и геометрия излучателя были рассчитаны во ВНИИОФИ методом математического моделирования на основе метода Монте-Карло по программе STEEP3.

Черные тела, работающие при температурах выше 600 °С, могут иметь значительно меньшие выходные отверстия, так как пирометры, работающие при таких температурах, имеют показатель визирования не более 1/40 (обычно 1/50), а при температурах выше 900 °С и того меньше 1/100. Поэтому для интервала температур выше 900 °С получили распространение трубчатые графитовые излучатели, нагреваемые проходящим током.

*ВЧТ-30/900/2500* – предназначен: для градуировки, калибровки и поверки рабочих средств измерения температуры (пирометров и пирометрических преобразователей полного излучения, частичного излучения и спектрального отношения) в диапазоне температур от 900 до 2500 °С в лабораторных условиях; для калибровки и поверки эталонных пирометров с применением точек затвердевания чистых металлов (реперных точек). При разработке конструкции АЧТ использовали опыт разработчиков ВНИИМ, ОИВТ РАН и ВНИОФИ.

Итоговая конструкция АЧТ представляет собой заключенную в

водоохлаждаемый корпус и окруженную теплоизолирующим слоем излучающую полость, сформированную внутренними стенками полого цилиндрического излучателя, выполненного из графита, нагреваемого пропусканием электрического тока, проходящим непосредственно по стенкам излучателя.

ВЧТ-30/900/2500 (рис. 11) выполнено в виде моноблока и состоит из излучателя, шкафа управления, пирометра обратной связи ПСД-1 и эталонного пирометра ПД4-06. Эффективный коэффициент излучения полости не менее 0,99 гарантируется её конфигурацией и конструкцией печи. В сравнении с метрологическим оборудованием, которое предлагают дилеры от иностранного производителя, модель АЧТ-30/900/2500 не хуже аналогов данного типа.



Рис. 11. АЧТ-30/900/2500

Излучатели АЧТ-30/900/2500 разработаны по техническому заданию ВНИИМ. Они используются для реализации точек фазового перехода (плавления – затвердевания) чистых металлов в обеспечении единства измерений в соответствии с международной температурной шкалой МТШ-90.

*МЧТ-2/900/2800* – излучатель в виде малого черного тела, особенность модели - малые габариты и малое энергопотребление. МЧТ предназначен для калибровки пирометров излучения и других оптических спектральных приборов в области температуры 900...2800 °С. Излучатель выполнен в виде замкнутой цилиндрической полости (трубки) из графита марки МПГ-6, в центре которой с одной стороны прорезана вертикальная щель. Корпус, в котором установлен излучатель, образуют герметичную модель, заполненную аргоном, что обеспечивает достаточный ресурс работы графитового излучателя. Модель МЧТ состоит из корпуса с излучателем, пирометра обратной связи, который является регулятором температуры и источника питания. Данная модель была разработана Омским заводом «Эталон» совместно с ОИВТ РАН.



Рис. 12. МЧТ-2/900/2800

**Эталонные излучатели фирмы MIKRON**

Эталонные излучатели одного из ведущих мировых производителей – фирмы MIKRON [7] (США) приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Эталонные излучатели фирмы MIKRON (США)**

Модель	Диапазон температур излучателя	Диаметр выходного отверстия	Примечание
M340	от -20 до 150 °С	51 мм	Портативный
M310 M310T	от 35 до 350 °С от 35 до 450 °С	76 мм	Портативный
M315 M315MT	от 35 до 350 °С от 35 до 450 °С	76 мм	Портативный
M300	от 200 до 1150 °С	51 мм	Настольный (стендовый)
M305	от 100 до 1000 °С	25 мм	Компактный
M360 M360X2 M360A	от 100 °до 1100° С от 100 °до 1050° С от 50 °до 750° С	25 мм 51 мм 25 мм	Портативный/ Настольный (стендовый)
M335	от 300 °до 1500° С	16,5 мм	Настольный (стендовый)
M330	от 300 °до 1700° С	25 мм	Настольный (стендовый)
M390A M390B M390C M390L M390D M390S	A: от 600 до 2300 °С B: от 600 до 2600 °С C, S: от 600 °до 3000 °С L, D: от 300 °до 2000 °С	A, B, C: 16 мм D, L, S: 25 мм L-1: 38 мм	Напольный

### Эталонные пирометры

Эталонные пирометры характеризуются некоторыми особенностями, отличающими их от обычных пирометров.

Градуировочная характеристика обычного пирометра сложным образом зависит от его спектральной характеристики, которую измерить с малой погрешностью крайне тяжело. При градуировке измеряют аттестуемым пирометром температуру МЧТ в 10, 15 или 20 точках, и строят градуировочную кривую, полагая, что таким образом погрешность измерений аттестуемого пирометра будет сведена к минимуму.

Чисто формально такой подход выглядит разумным. Но при этом не учитывается целый ряд реальных проблем, возникающих при такой калибровке.

Во-первых, таким образом осуществляется перенос на пирометр не только единицы от МЧТ, по которому его калибруют, но и погрешности этого МЧТ. Например, если погрешность МЧТ составляет 0,5 %, то аттестуемый по нему пирометр никак не может иметь погрешность 0,2 % или 0,3 %.

Во-вторых, большой объем измерений (до 20 точек) заметно повышает риск возникновения ошибок за счет «человеческого фактора» (невнимательности, усталости и т. д.).

В-третьих, реально при передаче единицы от пирометра высокого ранга к МЧТ в процессе штатной поверки или калибровки производят измерения не более чем при 5–6 температурах. Как ведет себя МЧТ в промежутке между ними – обычно неизвестно, считается, что если при двух температурах погрешность воспроизведения температуры излучателем составляет, к примеру, 0,5 %, то и при всех значениях температур в промежутках между ними погрешность будет той же. Если речь идет о калибровке средств измерений действительно высокого уровня, то полагаться на такие предположения нельзя, их нужно доказывать.

Именно поэтому в национальных метрологических центрах высокого уровня обычные пирометры никогда не используют в качестве эталонных средств измерений. Пирометры эталонного уровня в таких центрах выполнены следующим образом.

Как известно [8–12], сигнал на выходе приемника излучения  $I_{\phi\delta}$  пирометра описывается соотношением:

$$I_{\phi\delta} = const \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} s(\lambda) \cdot \varepsilon(\lambda, T) \cdot P(\lambda, T) d\lambda, \quad (1)$$

где  $\lambda_1, \lambda_2$  – границы диапазона чувствительности приемника излучения,  $s(\lambda)$  – спектральная чувствительность приемника,  $\varepsilon(\lambda, T)$  – спектральная излучательная способность объекта измерения,  $P(\lambda, T)$  – планковская функция, константа  $const$  учитывает телесный угол, под которым из плоскости объекта видна линза пирометра, площадь поверхности объекта, излучение которой собирается оптической системой.

Очевидно, что если  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  очень близки друг к другу, то  $s_\lambda, \varepsilon(\lambda, T)$  и  $P(\lambda, T)$  практически являются константами по переменной  $\lambda$ , в связи с чем их можно

вынести из-под знака интеграла, и соотношение (1) для очень близких значений  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  может быть переписано в виде:

$$\begin{aligned} I_{\phi_0} &= \text{const} \cdot s(\lambda)\varepsilon(\lambda, T) \cdot P(\lambda, T) \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\lambda = \\ &= \text{const}' \cdot s(\lambda)\varepsilon(\lambda, T) \cdot P(\lambda, T) = \text{const}'' \cdot P(\lambda, T), \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, градуировочной характеристикой очень узкополосного (монохроматического) яркостного пирометра с точностью до множителя является планковская функция  $P(\lambda, T)$  при заданной  $\lambda$ .

Если подобный пирометр навести на МЧТ, температура которого известна с очень высокой точностью, то, измерив с малой погрешностью  $I_{\phi_0}$ , можно также с высокой точностью определить константу  $\text{const}$  в градуировочной характеристике (2). Получив значение этой константы, можно осуществить пересчет  $I_{\phi_0}$  в значение температуры МЧТ через формулу Планка. При этом все три вышеупомянутых проблемы калибровки эталонного пирометра (отсутствие информации о спектральной характеристике, наличие человеческого фактора, способного внести лишние погрешности, и значения погрешностей в промежуточных точках) принципиально исключаются.

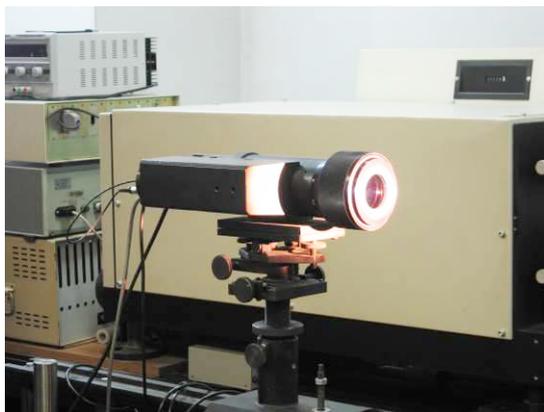
Таким образом, точная калибровка такого пирометра требует привязки всего к одной температуре, например, к известной в соответствии с МТШ-90 температуре затвердевания серебра, золота или меди. Привязанный таким образом к одной из основных реперных температур, подобный монохроматический пирометр идеально передает единицу температуры от первичного эталона к эталонным излучателям или пирометрам более низкого ранга, рабочим средствам измерений.

Именно так выполнен прецизионный пирометр-компаратор TSP-2, входящий в состав Вторичного эталона ВЭТ-34-31-06 ВНИИОФИ (рис. 13). Пирометр имеет две сменные головки – с фильтрами с эффективной длиной волны 656 и 900 нм, ширина полос пропускания фильтров не превышает 10 нм. Одна головка с фильтром с длиной волны 656 нм необходима для получения размера единицы от температурных ламп, калиброванных на первичном эталоне именно на этой длине волны. Другая головка позволяет расширить диапазон использования компаратора вниз вплоть до температур 500...600 °С.

Внешний вид пирометра-компаратора TSP-2 приведен на рис. 13. У него термостабилизированный узел приемника и светофильтра, показатель визирования 1:300, беспараллаксная система визирования, позволяющая контролировать область, в которой производится измерение температуры, специальным образом рассчитанный объектив, который к тому же допускает фокусировку на объект, дабы исключить зависимость результатов измерений от расстояния между пирометром и объектом.

Пирометры такого уровня обычно подвергают процедуре сличения с аналогичными пирометрами научных метрологических центров других развитых стран. Производившиеся в конце 90-х годов XX столетия сличения TSP-2 с аналогами из Германии и Великобритании, проходившие во ВНИИОФИ, пока-

зали, что во всем измеряемом диапазоне (от 800 до 3000 °С) показания всех испытуемых пирометров расходились не более чем на 1,0...1,5 °С.



**Рис. 13.** Внешний вид пирометра-компаратора TSP-2

Аналогичным образом выполнен и эталонный пирометр Э-2 производства ННТП «Термоконт» (рис. 14) [13; 14].



**Рис. 14.** Эталонный пирометр Э-2

Пирометр выполнен с использованием светофильтра с длиной волны 1080 нм и полушириной 10 нм. Узел приемника также термостабилизирован, пирометр снабжен фокусируемым объективом и беспараллаксной системой визирования. Показатель визирования – 1:200, диапазон измеряемых температур – от 500 до 2500 °С. Пирометр градуирован во ВНИИОФИ на ВЭТ-34-32-06.

### ***Понятие прослеживаемости в современной метрологии***

Как следует из поверочной схемы [4], любому поверяемому рабочему средству измерений предписано быть поверенным при помощи определенных эталонных средств измерений (эталон II разряда или эталон I разряда) с использованием определенного для данного случая метода (прямых измерений или компарирования). При этом каждое из эталонных средств измерений характеризуется приписанной ему систематической погрешностью [14]. В нее входит неопределенность эталона (или систематическая погрешность эталонного сред-

ства измерения (СИ) более высокого ранга), погрешность метода и величина отклонения результата измерения поверяемого эталонного СИ от того, по которому оно поверяется. То есть, в погрешности любого эталонного СИ, по которому поверяют рабочие средства измерений, уже учтена и неопределенность единицы физической величины, воспроизводимой национальным эталоном, и погрешности вышестоящих звеньев поверочной схемы.

Соответственно, в погрешность поверяемого рабочего СИ войдут: систематическая погрешность эталонного СИ, погрешность метода и величина отклонения результата измерения поверяемого рабочего СИ от того эталонного СИ, по которому оно поверяется. То есть, в погрешности любого рабочего СИ, также автоматически уже учтены и неопределенность единицы физической величины, воспроизводимой национальным эталоном, и погрешности вышестоящих звеньев поверочной схемы.

Отечественные ГОСТы всегда содержали поверочные схемы, в которых четко прописывались и значения основных погрешностей, присущих эталонам и эталонным СИ, и погрешности, присущие методам поверки и калибровки. Поэтому предел допускаемой основной погрешности при поверках и калибровках по отечественным поверочным схемам был определен всегда, при любой поверке и калибровке. Именно для этого создавались входящие в ГОСТы поверочные схемы. Иное дело – в зарубежных странах, в том числе и в развитых. Государственной поверки в них не существует.

Каждая фирма, производящая СИ, осуществляет их калибровку на своих эталонных средствах, и дает потребителю только цифру, характеризующую отклонение измеренного купленным прибором результата от значения параметра, воспроизведенного эталоном производителя. Например, на задатчике эталонного МЧТ стояло значение 1000 °С, а приобретенный прибор измерил температуру выходного отверстия этого МЧТ – 996 °С. В паспорте на прибор фирма-изготовитель напишет, что точность прибора составляет 4 °С или 0,4 %. Иногда вместо «точность» встречается термины «сходимость» и «воспроизводимость», которые по своим определениям вообще не несут никакой информации об отклонении результата измерения от заданного эталоном. И самое главное, пользователь не располагал никакой информацией относительно того, насколько отличается задаваемое эталоном фирмы производителя значение величины (в данном случае температуры) от международной температурной шкалы. Пользователю молчаливо предлагается верить авторитету и опыту фирмы-производителя и считать, что расхождения между шкалой у производителя и международной шкалой очень мало, гораздо меньше погрешности приобретенного прибора.

Однако широкое развитие международной торговли потребовало унификации измерительного оборудования. Ведь если весы поставщика, к примеру, показали, что масса отправленного груза была 100 тонн, а у потребителя при взвешивании оказалось 99,6 тонн (и точно известно, что ничего не украдено!), то такая ситуация требует судебного разбирательства, что означает потерю времени, и, как следствие, денег. Дабы этого избежать, нужно, чтобы стотон-

ный груз все весы у всех потребителей и поставщиков измеряли как 100 тонн с точностью до погрешности их измерений. Но в описанной выше ситуации невозможно гарантировать, что погрешность 0,1 % у СИ, произведенных разными производителями, гарантирует 0,1 %-е отклонение результата измерения от действительного значения измеряемой величины. Эти 0,1 % – отклонение результата измерения, используемого СИ от результата, заданного эталонным средством производителя. Но производитель обычно не дает информации, насколько его эталонное средство «ошибается» относительно той или иной международной шкалы. К примеру, у фирмы А эталонное средство имеет расхождение с международной шкалой на 0,1 %, а у фирмы В – на 0,03 %. В этом случае 0,1-процентные приборы, произведенные фирмами А и В, могут разойтись при измерении одной и той же величины на 0,23 %, т.е. расхождение результатов измерений может быть вдвое выше того, что гарантируют оба производителя.

Дабы избежать подобных ситуаций, зарубежные метрологи начали требовать от фирм-производителей соблюдения прослеживаемости. Под этим понимается то, что фирмы производители должны калибровать свои эталонные средства в национальных метрологических институтах, где на оборудовании реализованы международные шкалы тех или иных физических величин. И значения отклонения своих эталонных средств от действительных значений, воспроизводимых в метрологических центрах величин, производители должны давать потребителю. В этом случае потребитель может оценить, насколько приобретенное им СИ отклоняется именно от международной шкалы, а не от эталона производителя.

Требование соблюдения прослеживаемости от фирм-производителей – это очень разумное требование со стороны международного метрологического сообщества. К сожалению, в нашей стране реализация этого требования носит весьма странный характер. Подавляющее большинство метрологических служб не требует этой информации от фирм-дилеров, поставляющих на отечественный рынок продукцию зарубежных производителей СИ, считая, что, если зарубежное – значит гарантированно хорошее. В то же время они требуют заполнения большого количества форм, придуманных «для контроля соблюдения прослеживаемости», от отечественных производителей. Получается, что отечественные производители, всю жизнь поверяющие свои изделия по поверочным схемам ГОСТов, где прослеживаемость есть с момента их утверждения, «доказывают» метрологическим службам наличие этой прослеживаемости. В то время как у присутствующих на отечественном рынке западных СИ (не проходящих поверку), которые этой прослеживаемостью не обладают, никто ее не требует.

### *Заключение*

В работе рассмотрено состояние метрологической базы пирометрии в нашей стране. Описана структура, состав и технические характеристики Первичного эталона единицы температуры, разработанного, изготовленного и хранящегося во ВНИИМ. Подробно описан вторичный эталон для поверки и калиб-

ровки пирометров, созданный во ВНИИОФИ. Описаны применяемые эталонные излучатели и пирометры как отечественного, так и зарубежного производства.

#### Список использованных источников

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах / Нефедов В.И., Сигов А.С., Битюков В.К., Хахин В.И., Белик Ю.Д., Верба В.С., Борисов Ю.И. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» / под ред. В.И. Нефедова и А. С.Сигова. – М.: 2005. (Изд. 3-е, перераб. и доп.). – 599 с.
2. Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vniim.ru>.
3. Саприцкий, В. И. Эталонные чернотельные источники в диапазоне температур 100...3500 К для прецизионных измерений в радиометрии, фотометрии и оптической термометрии / В.И. Саприцкий, С.П. Морозова и др. // Оптико-электронные измерения. Сборник статей / Под ред. В.С. Иванова. – М.: Университетская книга, 2005. – С. 291–303.
4. ГОСТ 8.558-2009 Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
5. Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Оптико-Физических Измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vniiofi.ru>.
6. АО «НПП «Эталон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.omsketalon.ru>.
7. Микрон-групп [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mikron.com>.
8. Свет, Д.Я. Объективные методы высокотемпературной пирометрии при непрерывном спектре излучения / Д.Я. Свет. – М. : Наука, 1968. – 240 с.
9. Битюков, В.К. Диагностирование радиоэлектронной аппаратуры по собственному инфракрасному излучению / В.К. Битюков // Известия Академии наук СССР. Техническая кибернетика, 1991. – № 2. – С. 227–235.
10. Битюков, В.К. Метод бесконтактного определения температуры поверхности объектов радиоэлектроники / В.К. Битюков, А.Н. Жуков, Д.С. Симачков // Российский технологический журнал. – 2016. – Т. 4. – № 4 (13). – С. 21–32.
11. Некоммерческое научно-техническое партнёрство «Термоконт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.pygometer.ru>.
12. Битюков, В.К. Бесконтактное измерение температуры поверхностей объектов по их инфракрасному излучению / В.К. Битюков, Д.С. Симачков // Измерительная техника. 2017. – № 10. – С. 49–54.
13. Фрунзе, А.В. Методические погрешности современных пирометров и способы их минимизации / А.В. Фрунзе // Метрология. 2012. – № 7. – С. 25–38.
14. Фрунзе, А.В. О необходимости создания первичного эталона излучательной способности / А.В. Фрунзе // Метрология. – 2012. – № 6. – С. 22–27.

#### References

1. Nefedov V.I., Sigov A.S., Bityukov V.K., Khakhin V.I., Belik Yu.D., Verba V.S., Borisov Yu.I. Metrology and electrical radio measurements in telecommunications systems. Textbook for university students studying "Information Security of Telecommunications Systems", Moscow, 2005. (3rd edition, revised and enlarged), 599 p.
2. All-Russian scientific research Institute of Metrology named after D. I. Mendeleev [Electronic resource]. URL: <http://vniim.ru>.
3. Sapritsky V.I., Morozova S.P. et al. Reference blackbody sources in the temperature range of 100 to 3500 K for precision measurements in radiometry, photometry and optical thermometry. Optical-electronic measurements. Collection of articles. Moscow, Universitetskaya Kniga, 2005, pp. 291-303.
4. GOST 8.558-2009 State verification scheme for temperature measuring instruments.

5. All-Russian Research Institute for Optical and Physical Measurements [Electronic resource] URL: <http://www.vniiofi.ru>.
6. NPP "Etalon" [Electronic resource] URL: <http://www.omsketalon.ru>.
7. Micron-[Electronic resource] URL: [groups http://www.mikron.com](http://www.mikron.com).
8. Svet D.Ya. Objective methods of high-temperature pyrometry for spectral continuum radiation. Moscow, Nauka, 1968, 240 p.
9. Bityukov V.K. Diagnostics of radio electronic equipment by its own infrared radiation. Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Technical cybernetics, 1991, No. 2, pp. 227-235.
10. Bityukov V.K., Zhukov A.N., Simachkov D.S. A contactless method for measurement of the surface temperature of radioelectronics objects. Russian Technological Journal, 2016, vol. 4, No. 4 (13), pp. 21-32.
11. Non-profit scientific and technical partnership " Termokont» [Electronic resource] URL: <http://www.pyrometer.ru>.
12. Bityukov V.K., Simachkov D.S. Contactless measurement of the surface temperature of objects from their infrared radiation. Measuring Techniques, 2017, No. 10, pp. 49-54.
13. Frunze A.V. Methodical errors of modern pyrometers and ways to minimize them. Metrology, 2012, No. 7, pp. 25-38.
14. Frunze A.V. On the need to create a primary standard of emissivity. Metrology, 2012, No. 6, pp. 22-27.

*Поступила 10.12.2017 г.*

УДК 628.931

**Христо Михайлов Анчев**

Доктор инженер, ассистент

кафедра «Металлургические технологии, Электротехника и Электроника»  
Химикотехнологический и металлургический университет, София, Болгария  
[hristo\\_antchev@tu-sofia.bg](mailto:hristo_antchev@tu-sofia.bg)

**Антон Георгиев Андонов**

Доктор инженер, доцент

кафедра «Металлургические технологии, Электротехника и Электроника»  
Химикотехнологический и металлургический университет, София, Болгария  
[andonov@uctm.edu](mailto:andonov@uctm.edu)

**Захари Александров Иванов**

Доктор инженер, профессор

кафедра «Электроснабжение и электрооборудование»  
Технический университет, София, Болгария  
[zai@tu-sofia.bg](mailto:zai@tu-sofia.bg)

**АВТОНОМНЫЙ СВЕТИЛЬНИК НА СВЕТОДИОДАХ  
ДЛЯ СИГНАЛИЗАЦИИ ПЕШЕХОДНЫХ ДОРОЖЕК**

**Аннотация.** В статье рассмотрен светодиодный светильник с автономным питанием и мигающий свет. Светильник предназначенный для пешеходных дорожек, с возможностью адаптивного включения сигнализации в соответствии с окружающим освещением (с освещением придорожного пространства).

**Ключевые слова:** светодиод, автономное питание, мигающий свет.

**Hristo Mikhailov Anchev**

Doctor engineer, assistant

Department "Metallurgical technology, Electrical engineering and electronics"

University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria

hristo\_antchev@tu-sofia.bg

**Anton Georgiev Andonov**

Doctor engineer, associate Professor

Department "Metallurgical technology, Electrical engineering and electronics"

University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria

andonov@uctm.edu

**Zahari Aleksandrov Ivanov**

Doctor engineer, Professor

Department "Power Supply and electrical equipment»

Technical University, Sofia, Bulgaria

zai@tu-sofia.bg

**AUTONOMOUS LED LIGHT FOR SIGNALING WALKWAYS**

**Abstract.** The article considers the led lamp with Autonomous power supply and flashing light. The luminaire is designed for footpaths, with the possibility of adaptive switching on of the alarm system according to ambient lighting (with illumination of roadside space).

**Keywords:** led, Autonomous power supply, flashing light.

**Введение**

Согласно статистическим данным о дорожно-транспортных происшествиях в Болгарии, пешеходные дорожки довольно конфликтные пункты со многими ранеными и убитыми. Количество аварий в зависимости от освещенности дороги показано в таблице 1 [1].

Таблица 1

**Статистика на 2014 год по количеству погибших и раненых  
в соответствии с освещением дороги**

За период с 01/01/14 до 31/12/14 года

Освещение дороги	Дорожные происшествия	Погибли	Ранены
В день	5127	392	6314
Сумерки	225	18	270
Тьма	727	185	934
Искусственное освещение	936	65	1117
Сумма	7015	660	8635

В последнее время для сокращения инцидентов на дорожки для пешеходов укладывают светодиодные светильники с автономным питанием и мигающий свет. Они установлены на асфальте на пешеходной дорожке. Для этой цели используются специализированные преобразователи.

*Описание преобразователя.* На рис. 1 представлена блок-схема преобразователя. Основная часть включает в себя датчик освещенности, компаратор, автоколебательный мультивибратор и светодиоды.

Компаратор сравнивает выходное напряжение датчика освещенности пешеходной дорожки с опорным напряжением (порог освещенности), которое устанавливается резистором  $R_1$ . Если выходное напряжение датчика ниже, чем установленное, т. е. уровень освещенности окружающей среды ниже уровня заданной, выходной сигнал компаратора разрешает работу мультивибратора.

Автоколебательный мультивибратор осуществляется на базе микросхемы LMC555. Частота выходных импульсов мультивибратора 1 Гц. При высоком уровне выходного сигнала мультивибратора (OUT) транзистор VT1 включается, а светодиоды VD2, VD3, VD4 получают напряжение питания и также включаются. Токи через них ограничены и выровнены с подходящими резисторами R2, R3, R4. Количество светодиодов может меняться в зависимости от конкретных потребностей приложения. Генерация импульсов для включения светодиодов запрещена, когда яркость выше заданного резистором R1 значения.

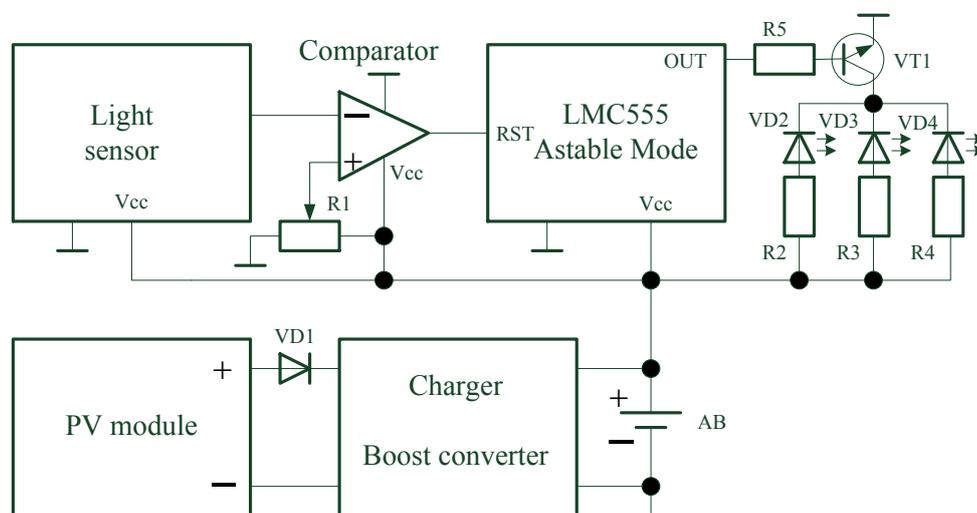
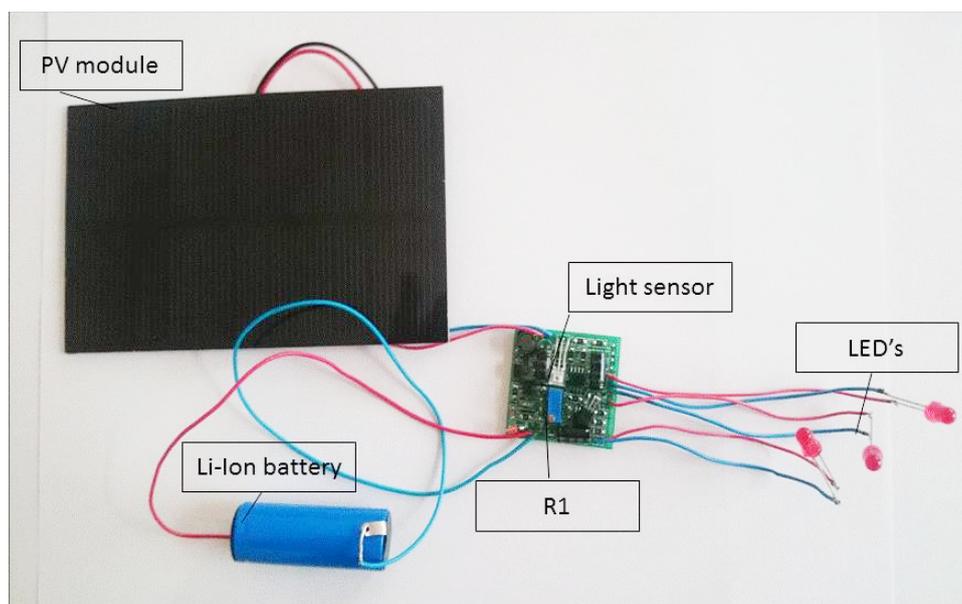


Рис. 1. Блок-схема автономного преобразователя

Дополнительная часть обеспечивает автономное электропитание преобразователя. Она включает в себя литий-ионный аккумулятор, фотоэлектрические модули (солнечные панели) и преобразователь заряда. Диод VD1 защищает модуль от обратного тока. Преобразователь заряда реализован как повышающий DC/DC-преобразователь. Энергия зарядки аккумулятора обеспечивается фотовольтаическим модулем с напряжением холостого хода  $V_{OC}=5,5V$  и тока короткого замыкания  $I_{SC}=0,3A$  [2].

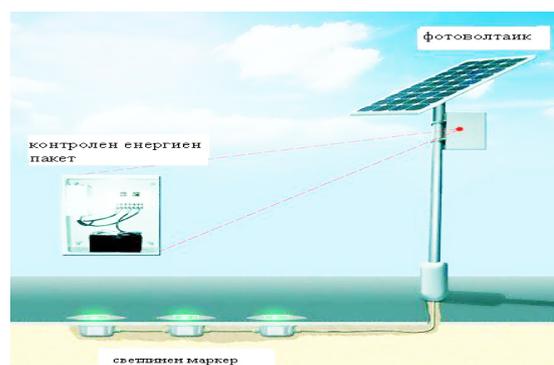
Все элементы устройства выбираются с минимальной потребляемой мощностью и работают в температурном диапазоне  $-40 \div +80^{\circ}C$ . Суммарное потребление тока основной частью с полностью заряженной аккумуляторной батареей и тремя светодиодами является приблизительно 35mA. Выбранная аккумуляторная батарея с максимальной емкостью обеспечивает непрерывную работу основной части с тремя светодиодами в течение 48 часов.



**Рис. 2.** Общий вид преобразователя без защитного корпуса

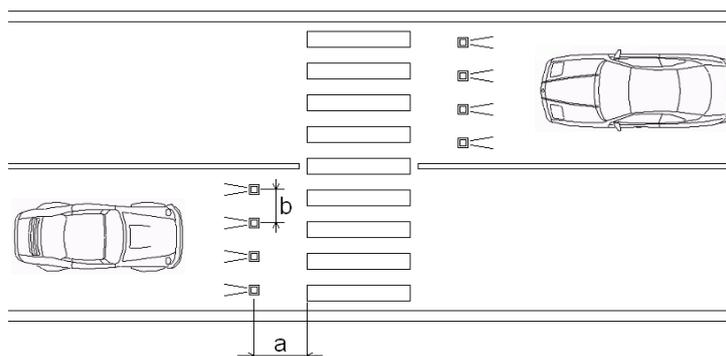
На рис. 2 показаны компоненты преобразователя без защитного корпуса. Разработанный преобразователь установлен в металлическом корпусе. Корпус встроен в пол (в асфальте) по пешеходной дорожке (рис. 3).

Было установлено, что встроенные мигающие осветительные системы помогают для безопасного перехода пешеходов по дорожке и водителям автомобилей: помогают выбрать подходящую скорость, с которой нужно приближаться, чтобы избежать возможного столкновения с пешеходами. Мигающий светильник сигнализирует водителям транспортных средств на расстоянии более 250 м, что они приближаются к пешеходной дорожке [3].



**Рис. 3.** Способ крепления мигающих светильников в асфальте по пешеходной дорожке

На рис. 4 показано размещение таких светильников. Расстояние “а” для установки светильников с начала “зебры” до нее должно быть минимум один метр, чтобы увеличить контраст по отношению к поверхности и не мешать проходящим пешеходам. Расстояние “b” между отдельными светильниками, целесообразно определить так, чтобы позволить проход колес автомобилей среди различных светильников.



**Рис. 4.** Вариант размещения светильников

### **Заключение**

Предложена конструкция светодиодного светильника, который питается фотовольтаическим модулем от перезаряжаемой батареи, а светодиоды работают в режиме мигания. Показан вариант размещения таких светильников на пешеходных дорожках. Разработка таких преобразователей и светильников для сигнализации пешеходных дорожек приведет к сокращению числа дорожно-транспортных происшествий.

### **Список использованных источников**

1. Министерство на вътрешните работи. Държавно-обществена консултативна комисия по проблемите на безопасността на движението по пътищата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dokkpbdp.mvr.bg>.
2. Сайт корпорации Sharp [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sharp-solar.com>.
3. Иванов З. А., Димитров И., Разработване на осветител със светодиоди за пешеходни пътеки` Годишник на ТУ. – София т.60, кн.2, 2010, стр.121÷130, ISSN 1311-0829.

### **References**

1. The Ministry of internal Affairs. State-public consultative Commission on issues of road safety [Electronic resource] URL: <http://dokkpbdp.mvr.bg>.
2. The website of Sharp Corporation [Electronic resource] URL: <http://www.sharp-solar.com>.
3. Ivanova A. Z., Dimitrov I. The Development of the illuminator with svetodiody for footpaths` Yearbook THAT. Sofia vol. 60, issue.2, 2010, pp. 121÷130, ISSN 1311-0829.

*Поступила 12.02.2018 г.*

УДК 519.65:538.945

ББК 31.232

**Кузьмичев Николай Дмитриевич**

доктор физико-математических наук, профессор  
кафедра конструкторско-технологической информатики  
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия  
kuzmichevnd@yandex.ru

**Бурьянов Игорь Валерьевич**

аспирант  
кафедра прикладной математики, дифференциальных уравнений и теоретической механики  
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия  
i.v.buryanov@gmail.com

**Васютин Михаил Александрович**

кандидат физико-математических наук, доцент  
кафедра конструкторско-технологической информатики  
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Россия  
vasyutinm@mail.ru

**РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ОБЪЕМА ЭКРАНИРУЮЩЕГО ТОКА  
В СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ ДИСКЕ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА СЛУЧАЙНЫХ  
БЛУЖДАНИЙ**

*Аннотация.* В работе выполнены расчеты оптимальной конфигурации объема экранирующего тока (сверхтока) в диске сверхпроводника 2-го рода. Выполнено математическое моделирование процесса проникновения внешнего магнитного поля в сверхпроводник 2-го рода находящийся в критическом состоянии в модели Бина. В статье представлены результаты работы программы для сетки 50x50 в плоскости  $(r,z)$  четверти сечения диска.

*Ключевые слова:* сверхпроводник 2-го рода, высокотемпературный сверхпроводник, критическое состояние, экранирующий сверхток, алгоритм случайных блужданий, программа.

**Nikolay Dmitrievich Kuzmichev**

Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor  
Department of Computer Science and CAD-technology  
National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

**Igor Valerievich Buryanov**

Postgraduate student of the Department of Applied Mathematics,  
Differential Equations and Theoretical Mechanics,  
National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

**Mikhael Alexandrovich Vasyutin**

Candidate physical and mathematical Sciences, Docent  
Department of Computer Science and CAD-technology,  
National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

**CALCULATION OF THE OPTIMAL CONFIGURATION OF THE SHIELDING  
VOLUME IN DISK-SHAPED SUPERCONDUCTORS BASED ON THE RANDOM  
WALK ALGORITHM**

**Abstract.** In this paper, numerical calculations of the optimal configuration of volume of the shielding current(overcurrent) in type-II disk-shaped superconductor are performed. A numerical modeling of the process of penetration of an external magnetic field into a type-II superconductor in critical condition in the Bean model. The article presents the results of the program for a 50x50 grid in the (r, z) plane of a quarter of the disk section.

**Keywords:** type-II superconductor, high-temperature superconductor, critical state, shielding overcurrent, Bean's model, of the first kind integral equations, objective function, random walk algorithm.

## 1. Введение

Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) различной структуры имеют практически важные магнитные свойства и высокие значения критических параметров. Поэтому интерес к ним не угасает уже достаточно длинный промежуток времени. При использовании ВТСП в электротехнике и в радио- и электроизмерительной технике необходимо точно знать геометрическую форму объема занятого экранирующим сверхпроводящим током (сверхтоком) проникновения и постоянного и переменного магнитных полей. Существующие физические модели ВТСП основываются на классических моделях, которые плохо описывают карту распределения экранирующего сверхтока и намагниченность образца.

## 2. Постановка задачи и модель расчета

Известно, что магнитное поле проникает в сверхпроводник второго рода в виде вихревых нитей Абрикосова и распространяется фронтом внутрь сверхпроводника, преодолевая силу пиннинга [1]. В силу изменения магнитного потока, в области его проникновения, возникает электрическое поле, которое создает сверхток с плотностью, равной критической  $J_c$ . В общем случае величина  $J_c$  зависит от внешнего магнитного поля индукцией  $B$ , т.е.  $J_c = J_c(B)$ . Полное магнитное поле (сумма внешнего аксиально-направленного поля  $H_0$  и поля созданного экранирующим сверхтоком сверхпроводящего цилиндра) определяется следующими интегральными выражениями, записанными в цилиндрической системе координат.

Аксиальная составляющая напряженности  $H_z$  полного магнитного поля в модели Бина определяется выражением [2; 3; 4]:

$$H_z(r, z) = H_0 + \frac{1}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} dz' \int_0^R G_z(r, z, r', z') J(r', z') dr',$$

где

$$G_z(r, z, r', z') = \frac{1}{\sqrt{(r'+r)^2 + (z-z')^2}} \left[ K(k) + \frac{r'^2 - r^2 - (z-z')^2}{(r'-r)^2 + (z-z')^2} E(k) \right].$$

Радиальная составляющая  $H_r$  полного поля [3]:

$$H_r(r, z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} dz' \int_0^R G_r(r, z, r', z') J(r', z') dr',$$

здесь

$$G_r(r, z, r', z') = \frac{(z - z')}{r\sqrt{(r' + r)^2 + (z - z')^2}} \left[ -K(k) + \frac{r'^2 + r^2 + (z - z')^2}{(r' - r)^2 + (z - z')^2} E(k) \right]$$

и величина

$$k^2 = \frac{4r'r}{(r' + r)^2 + (z - z')^2}.$$

Функции  $K(k)$  и  $E(k)$  – полные эллиптические интегралы, а  $R$  – радиус и  $d$  – длина (толщина) цилиндра (диска).

Численный расчет распределения магнитного поля и сверхтока внутри сверхпроводника необходимо производить отдельно для каждой области, используя уравнение с учетом текущих граничных условий [5].

Чтобы получить оптимальную форму объема занятого экранирующим сверхтоком был разработан алгоритм случайных блужданий для решения вышеприведенных интегральных уравнений первого рода. Экранированная область диска, не занятая сверхтоком, отделяется от не экранированной области, в которой циркулирует сверхток цилиндрически симметричной криволинейной конической поверхностью. Сечение этой поверхности представляет собой в цилиндрической системе координат кривую  $L(r, z)$ . Для численного нахождения оптимальной кривой  $L(r, z)_{opt}$  была построена целевая функция  $F(r, z)$ , которая имеет вид:

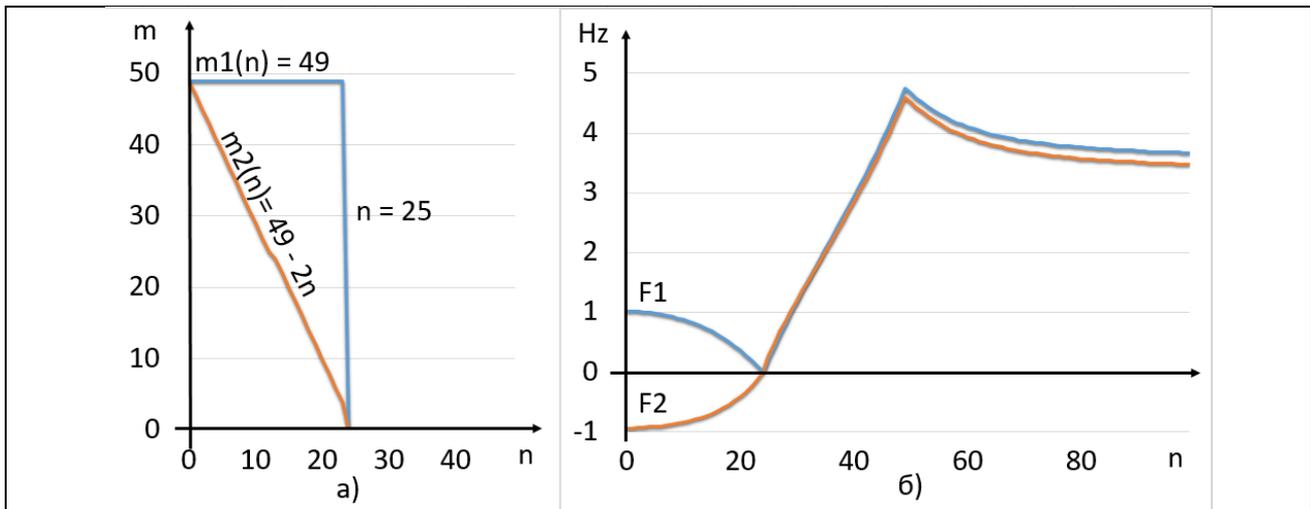
$$F(r, z) = 2\pi H_0 + \iint_D G_z(r, z, r', z') J(r', z') dz' dr'. \quad (1)$$

Здесь  $D$  область занятая сверхтоком  $J(r, z)$ . В случае, когда  $r, z \notin D$  сверхток  $J(r, z)$  и целевая функция  $F(r, z)$  в этой области равны нулю. Для нахождения минимума модуля  $F$  и соответственно  $L(r, z)_{opt}$  нами был разработан алгоритм случайных блужданий, реализованный на языке программирования C#.

### 3. Результаты моделирования

На первом этапе, в программе задаются значения радиуса  $R$  и высоты  $d$  диска. Формируется сетка с шагами  $h_r$  и  $h_z$  по  $r$  и  $z$  соответственно ( $h_r = R/N$  и  $h_z = d/(2N)$ ) для четверти сечения диска сверхпроводника. В нашем случае  $N = 50$ . Затем устанавливается радиус  $\rho$  проникновения магнитного поля в диск ВТСП в плоскости  $z = 0$  [5]. В программе координаты  $z$  и  $r$  задаются в единицах  $h_r$  и  $h_z$  соответственно.

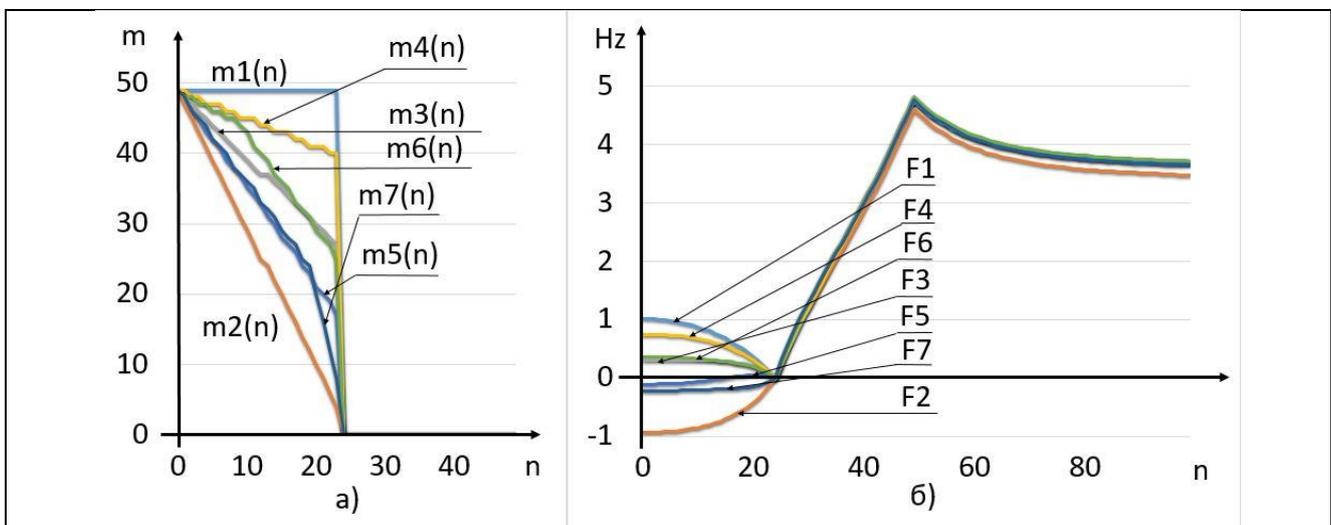
Создаём 1-е приближение для объема ограниченного кривыми  $z = 49$  и диагональю от 49 до 0. Рассчитываем для этих величин напряженность полного магнитного поля (рис. 3.1).



**Рис. 3.1.** а) первая область, в которой будет работать алгоритм:  $m_1(n) = 49$  – верхняя граница,  $m_2(n) = 50 - 2n$  – нижняя граница,  $n = 25$  – правая граница, б) соответствующие им значения целевой функции  $F_1, F_2$  при глубине проникновения внешнего магнитного поля в диск для  $z = 0, \rho/R = 0.5$

После получения значений задаем программе задачу – найти оптимальные границы, в которой, вероятнее всего, окажется нужная нам кривая, которая даст точное значение объема экранирующего сверхтока.

В результате получаем граничные линии или кривые, которые соответствуют более прямой линии значений намагниченности (рис. 3.2).



**Рис. 3.2.** а) рассчитанные программой линии  $m_3(n)$ – $m_7(n)$  созданные в четверти сечения диска, б) соответствующие им значения целевой функции  $F_3$ – $F_7$

Далее запускается алгоритм случайных блужданий, который ищет кривую, которая соответствует прямой в функции  $F(i, j)$  до величины проникновения магнитного поля (в данном случае равной 25) [5]. Результаты работы алгоритма при различных «глубинах» проникновения магнитного поля представлены на рис. 3.3–3.5.

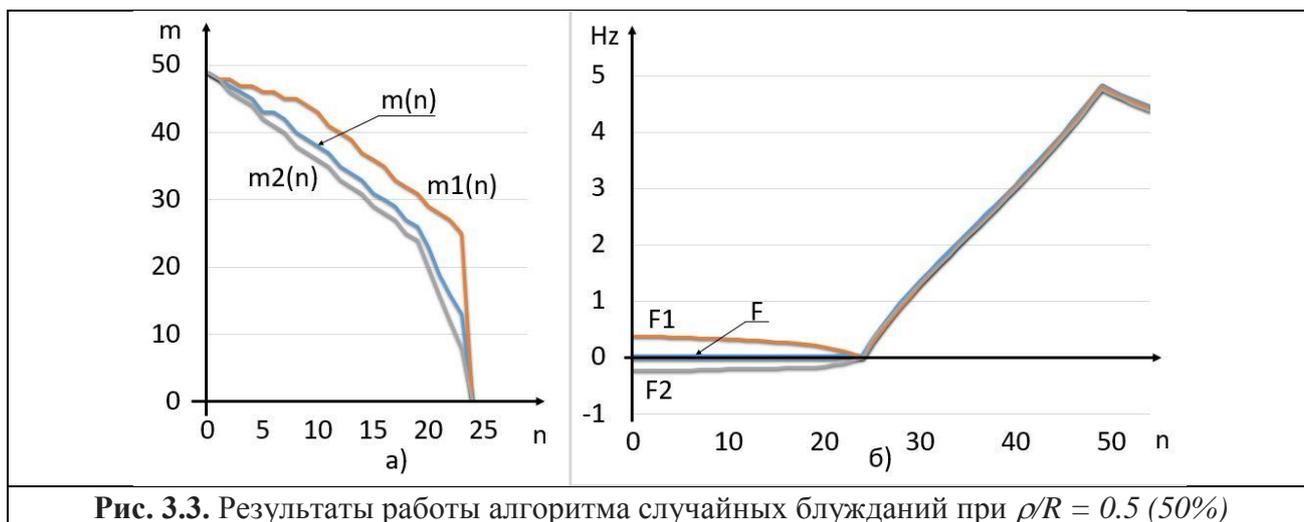


Рис. 3.3. Результаты работы алгоритма случайных блужданий при  $\rho/R = 0.5$  (50%)

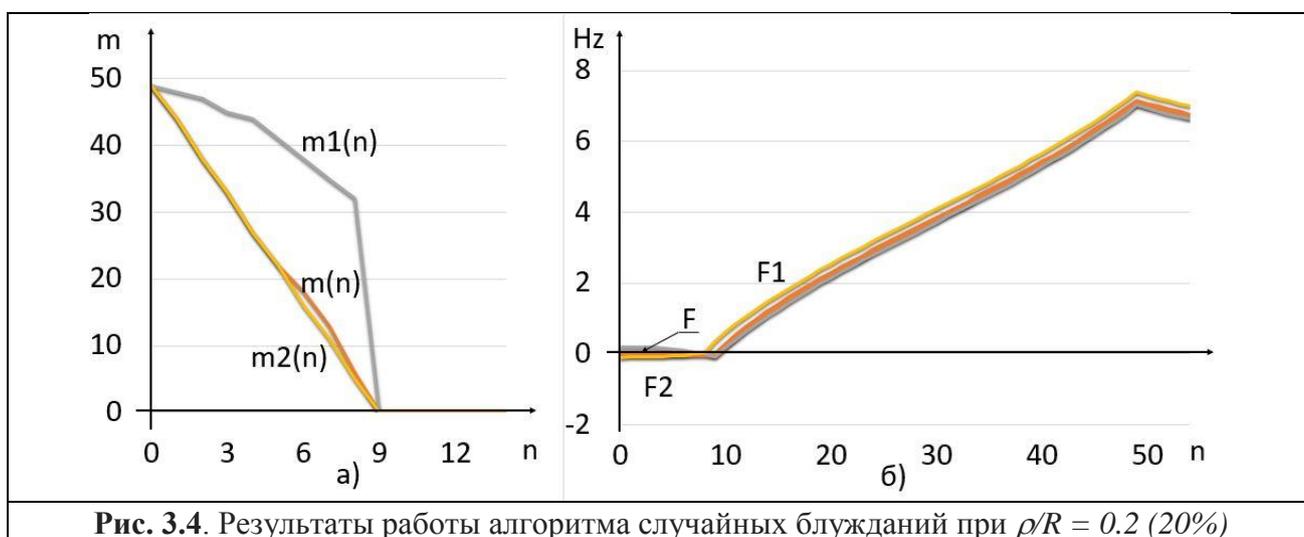


Рис. 3.4. Результаты работы алгоритма случайных блужданий при  $\rho/R = 0.2$  (20%)

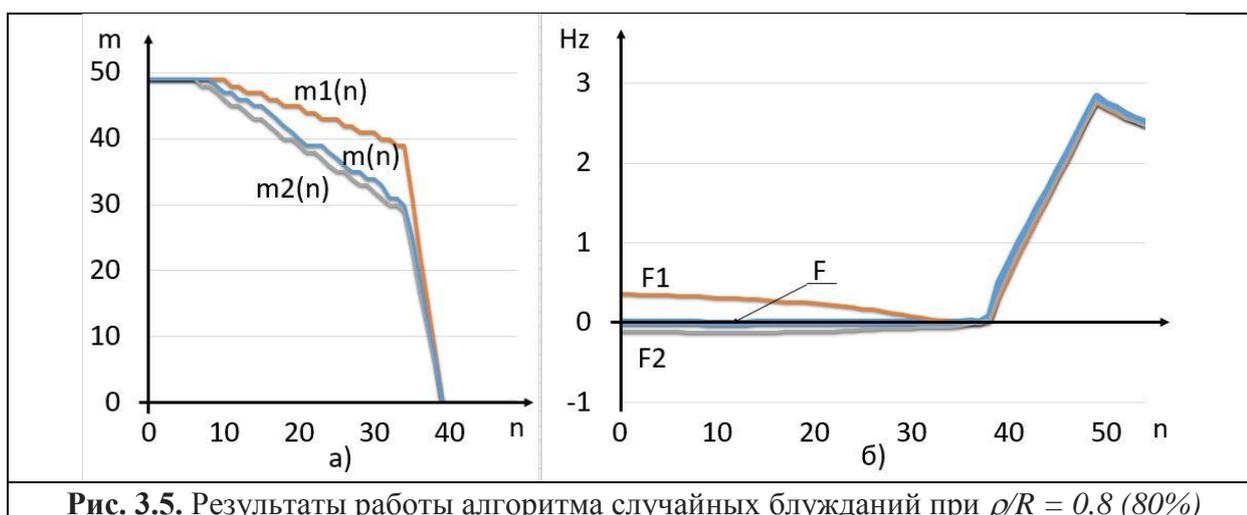


Рис. 3.5. Результаты работы алгоритма случайных блужданий при  $\rho/R = 0.8$  (80%)

Сам алгоритм поиска идет через рекурсивный вызов функции, который перебирает различные варианты форм проникновения магнитного поля в сверхпроводник, рассчитывает получаемый сверхток и сравнивает со средними отклонениями сверхтоков. Как только находится лучший вариант, при котором

среднее отклонение меньше или равен 0.03, то данные записываются в файл. Затем данные обрабатываются в Excel и OriginPro.

#### 4. Заключение

Таким образом, разработанный в работе алгоритм «случайных блужданий» позволяет рассчитывать оптимальную конфигурацию объема диска занятого экранирующим сверхтоком. Алгоритм находит минимум целевой функции что, по сути, решает интегральные уравнения 1-го рода. Решением является численное уравнение кривой  $L(r,z)_{opt}$  образующей криволинейный конус внутри которого поле и сверхток отсутствуют.

С помощью программы, разработанной на языке C#, с использованием выше указанного алгоритма, выполнено математическое моделирование процесса проникновения внешнего магнитного поля в ВТСП диск. Расчеты были выполнены для случаев, когда внешнее магнитное поле в плоскости  $z = 0$  проникает на глубину 20 %, 50 % и 80 % от радиуса R.

Проведенные расчеты показали эффективность разработанного алгоритма, что позволяет использовать его и для других подобного рода задач. Например, использовать алгоритм «случайных блужданий» для расчета распределения плотности критического тока в объеме диска для модели критического состояния типа Кима [2; 3] сверхпроводников 2-го рода [7]. В работе представлены результаты работы программы для сетки 50x50 в плоскости (r, z) четверти сечения диска. Данные, полученные в результате работы описанной программы, обрабатывались и визуализировались в программных средствах OriginLab и Excel.

#### Список использованных источников

1. Bean C. P. Magnetization of hard superconductors // Phys. Rev. Lett. 1962. V. 8. P. 250-251.
2. Kim Y. B., Heampstead C. F., Strnad A. R. Critical persistent currents in hard superconductors // Phys. Rev. Lett. 1962. V. 9. № 7. P. 306-309.
3. Brandt E. H. Superconductor disks and cylinders in axial magnetic field. II. Nonlinear and linear ac susceptibilities // Phys. Rev. – В. 1998. – V. 58. – № 10. – Pp. 6506–6522.
4. Кузьмичев, Н. Д. Намагниченность коротких цилиндров жестких сверхпроводников второго рода и карта распределения экранирующего тока в модели Бина / Н. Д. Кузьмичев, А. А. Федченко // ЖТФ. – 2012. – Т. 82. – № 5. – С. 1–5.
5. Кузьмичев, Н. Д. Математическое моделирование и разработка программы расчета магнитных свойств сверхпроводников 2-го рода в форме цилиндра / Н. Д. Кузьмичев, И. В. Бурьянов // Материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. «Машиностроение: наука, техника, образование». – 2017. – С. 270–278.
6. Кузьмичев, Н. Д. Математическое моделирование нелинейного отклика короткого цилиндра из жесткого сверхпроводника / Н. Д. Кузьмичев, А. А. Федченко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2011. – Т. 19. – № 3. – С. 110–119.
7. Кузьмичев, Н. Д. Численное моделирование гармоник намагниченности диска из жесткого сверхпроводника второго рода в приближении экранировки поля в центре образца / Н. Д. Кузьмичев, А. А. Федченко // Журнал Средневолжского математического общества. – 2011. – Т. 13. – № 1. – С. 55–62.
8. Кузьмичев, Н. Д. Математическое моделирование процесса намагниченности цилиндрического сверхпроводника в модели Бина / Н. Д. Кузьмичев, А. А. Федченко // Изве-

ствия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2012. – Т. 21. – № 1. – С. 139–148.

9. Кузьмичев, Н. Д. Математическое моделирование распределения экранирующего тока и гистерезис намагниченности коротких цилиндров жестких сверхпроводников 2-го рода в приближении Бина / Н. Д. Кузьмичев, А. А. Федченко // Журнал Средневолжского математического общества. – 2011. – Т. 13. – № 4. – С. 25–34.

### References

1. Bean C.P. Magnetization of hard superconductors, Phys. Rev. Lett., 8 (1962), pp. 250-251.

2. Kim Y.B., Heampstead C.F., Strnad A.R. Critical persistent currents in hard superconductors, Phys.Rev. Lett., 9 (1962), pp. 306-309.

3. Brandt E.H. Superconductor disks and cylinders in axial magnetic field. II. Nonlinear and linear acsusceptibilities, Phys. Rev. B., 58 (1998), pp. 6506-6522.

4. Kuzmichev N.D., Fedchenko A.A. The magnetization in hard type-II superconductors of shortcylinders and a map of the distribution of the shielding current in the Bean's model, JTF Publ., 82:5(2012), 01-05 (In Russ.).

5. Kuzmichev N.D., Buryanov I.V. Mathematical modeling and development of a program for calculating the magnetic properties in cylinder-shapes of type-II superconductors, Materialy XI Vseros. nauch.-prakt. konf. «Mashinostroyeniye: nauka, tekhnika, obrazovaniye» [Proceeding of the XI All-Russian Scientific Conference of the "Mechanical engineering: science, technology, education], 2017, pp. 270-278 (In Russ.).

6. Kuzmichev N.D., Fedchenko A.A. [Mathematical modeling of the nonlinear response of a short cylinder-shape a hard superconductor], IzvestiyaVUZov. Povolzhskiy region. Fiziko-matematicheskiiyenuki [Proceedings of Higher Educational Institutions. The Volga region. Physics and mathematics], 19:3 (2011), pp. 110-119 (In Russ.).

7. Kuzmichev N.D., Fedchenko A.A. Numerical simulation of the magnetization harmonics of a disk from a type-II hard superconductor in the field shielding approximation at the center of the sample, SVMOPubl., 13:1 (2011), pp. 55-62 (In Russ.).

8. Kuzmichev N.D., Fedchenko A.A. Mathematical modeling of the magnetization process of a cylindricalsuperconductor in the Bean's model, IzvestiyaVUZov. Povolzhskiy region. Fiziko-matematicheskiiyenuki [Proceedings of Higher Educational Institutions. The Volga region. Physics and mathematics], 21:1(2012), pp.151-160 (In Russ.).

9. Kuzmichev N.D., Fedchenko A.A. Mathematical modeling of the shielding current distribution and hysteresis of the magnetization of short cylinders of type-II hard superconductors in the Bean's approximation, SVMOPubl., 13:4 (2011), pp. 25-34 (In Russ.)

*Поступила 11.02.2018 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

### **ДЕМОНСТРАЦИЯ ТЕРМОЭМИССИОННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ ПЛАЗМЫ В ПРИЭЛЕКТРОДНОЙ ОБЛАСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ЛАМПЫ**

**Аннотация.** В статье предлагается демонстрационный эксперимент термоэмиссионного возбуждения плазмы в приэлектродной области люминесцентной лампы. Рассмотрены условия возбуждения плазмы и возникновения высокочастотных колебаний. Приводится схема установки и методика проведения эксперимента.

**Ключевые слова:** плазма, электрод, внешний электрод, вакуум, работа выхода, возбуждение атома, ион, энергия электрона.

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

### **DEMONSTRATION OF THERMIONIC EXCITATION OF PLASMA IN NEAR-ELECTRODE REGION OF A FLUORESCENT LAMP**

**Abstract.** The article proposes a demonstration experiment of thermoemission excitation of plasma in the near-electrode region of a Luminescent lamp. The conditions of plasma excitation and occurrence of high-frequency oscillations are considered. The scheme of installation and a technique of carrying out experiment is resulted.

**Keywords:** plasma, electrode, external electrode, the vacuum work function, the excitation of the atom, the ion, the energy of the electron.

Перспективным направлением в разработке и постановке демонстрационных экспериментов в курсах физики, электронной техники, радиоэлектроники является расширение области использования разрядных ламп в качестве базовых элементов [1].

Актуальность использования разрядных ламп обусловлена: 1) разнообразием физических процессов, протекающих в объемах ламп, на электродах и в их оболочках; 2) разнообразием их функциональных возможностей; 3) характерным спектром излучения; 4) возбуждением различных видов разрядов; 5) компактностью по форме, эстетичностью в оформлении; 6) сравнительно невысокой стоимостью ламп.

Ниже рассматривается демонстрационный эксперимент, связанный с образованием плазмы в приэлектродной области люминесцентной лампы. Вопрос образования плазмы в люминесцентной лампе изложен в [2]. Нами рассмотре-

ны условия образования плазмы. Для повышения наглядности эксперимента предложена регистрация существования плазмы по излучению радиосигналов.

При пропускании электрического тока через электрод люминесцентной лампы происходит его нагрев. При определенной температуре электрода возникает плазма, которая обуславливает свечение люминофора. Плазма генерирует электромагнитные колебания в радиочастотном диапазоне.

Рассмотрим условия возбуждения околоэлектродной плазмы в лампе. В люминесцентных лампах используются электроды на основе оксидов щелочно-земельных металлов BaO, CaO, SrO. Наполнение ламп состоит из паров ртути, находящихся в насыщенном состоянии по отношению к избыточной дозе ртути в жидком состоянии и инертного газа аргона при давлении 266 Па.

Возбуждение атомов ртути эмитируемым нагретым электродом возможно, когда  $W_э$  средняя энергия электронов больше либо равна энергии возбуждения атомов ртути, т. е.

$$W_э \geq eU_B, \quad (1)$$

где  $e$  – заряд электрона,  $U_B$  – потенциал возбуждения резонансной линии ртути.

Средняя энергия электронов, пересекающих поверхность нагретого электрода в единицу времени, определяется из следующих соображений. Состав потока из-за столкновений непрерывно меняется. Одни атомы уходят из него, другие приходят.

При подсчете среднего значения энергии электронов, вылетающих из пересекемой поверхности, необходимо учесть и энергию, связанную со степенями свободы. Поэтому полная энергия  $W_э$ , унесенная одним эмитированным электроном, состоит из энергии  $e\phi$ , затраченной на выход электрона в вакуум, и тепловой энергии, уносимой эмитированным электроном.

Энергия электрона, покидающего поверхность катода, нагретого до температуры  $T$ , равна:

$$W_э = e\phi + 2kT. \quad (2)$$

Условие возбуждения ртутной плазмы в приэлектродной области люминесцентной лампы с учетом (2) примет вид:

$$e\phi + 2kT_э \geq eU_B. \quad (3)$$

Оценим при какой температуре  $T_э$  электрода возможно образование плазмы. Из (3) следует условие:

$$T_э \geq \frac{e(U_B - \phi)}{2k}. \quad (4)$$

Неравенство (3) справедливо в предположении, что электрод эквitemпературный, и выход термоэлектронов из катода происходит в вакуум. Люминесцент-

ная лампа содержит насыщенные пары ртути и инертный газ аргон. При соударении заряженных частиц с нейтральными атомами происходит обмен энергиями, что следует учитывать при расчете  $T_3$ .

Нами в (4) введен поправочный коэффициент. Условие (4) с учетом коэффициента  $C$  примет вид:

$$T_3 \geq C \frac{e(U_B - \varphi)}{2k}. \quad (5)$$

В рассматриваемом случае  $C=0,63 \div 0,65$ .

Рассмотрим особенности генерации радиосигналов плазмой. Колебания, создаваемые плазмой, разделяют на электронные и ионные.

Возбуждение высокочастотных колебаний в плазме электронами обусловлено их смещением относительно ионов [3]. Ионы по отношению к электронам в плазме можно считать неподвижными. Возникает нескомпенсированный заряд отрицательного и положительного знака. На смещающиеся электроны действует кулоновская сила притяжения, стремящаяся вернуть электроны в исходное положение. Она аналогична упругой силе, действующая в механическом осцилляторе.

Уравнение движения электрона в локальном поле имеет вид:

$$t \frac{d^2 r}{dt^2} + \frac{ne^2}{m\epsilon_0} r = 0, \quad (6)$$

где  $r$  – текущая координата;  $t$  – время;  $n$ ,  $m$  – соответственно концентрация и масса электрона;  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная.

Решение (6) описывает гармоническое колебание электрона с частотой  $f$ :

$$f = \frac{e}{2\pi} \sqrt{\frac{n}{m\epsilon_0}}. \quad (7)$$

Из (7) следует, что при концентрации электронов в плазме  $10^{18} \text{ м}^{-3}$  резонансная частота составляет  $9 \cdot 10^9$  Гц и лежит в диапазоне дециметровых волн. Регистрация радиосигнала в указанном диапазоне частот возможна с использованием специальной аппаратуры.

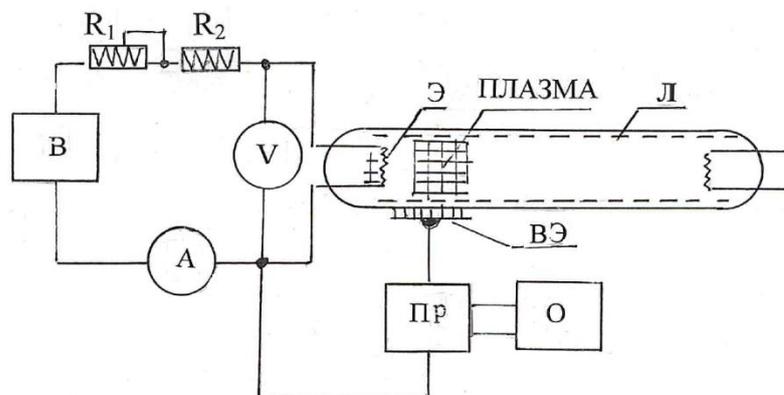
Колебания ионов плазмы носят более сложный характер. Из-за большой массы ионов ртути эти колебания происходят медленно, и поэтому электроны, обладающие большой подвижностью, следуя за ионами, почти полностью компенсируют электрические поля, образующиеся при таких колебаниях [4].

Радиосигналы, обусловленные колебанием ионов в плазме, сосредоточены в диапазонах длинных и средних волн  $0,5 \div 2,0$  МГц. Они могут быть обнаружены с помощью радиовещательного приемника.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема демонстрационной установки. Она состоит из люминесцентной лампы, внешнего электрода ВЭ, радио-

приемника ПР. Выходной сигнал, снимаемый с радиоприемника, поступает на осциллограф О.

Подача напряжения на электрод лампы осуществляется от выпрямителя В.



**Рис. 1.** Принципиальная схема установки для демонстрации термоэмиссионного возбуждения плазмы в люминесцентной лампе.

В – выпрямитель, Э – электрод лампы, Л – люминофор, ПР – радиоприемник, О – осциллограф

Оценим температуру электрода из условия (5). При следующих значениях  $U_B$  и  $\varphi$  потенциал возбуждения резонансного уровня ртути с длиной волны 253,65 равен  $U_B=4,89$  эВ [5]. Работа выхода оксидного катода составляет  $\varphi = 1,8$  эВ [6]. Подставляя эти значения в неравенство (5), получим:

$$T_{\text{Э}}=1100 - 1150 \text{ К.}$$

Этой температуре соответствует ток накала электрода 0,550,57 А.

Для проведения демонстрации плавно увеличиваем напряжение на электроде лампы. При токе накала 0,55÷0,57 А возникает околоэлектродное свечение люминофора (рис. 2).



**Рис. 2.** Околоэлектродное свечение люминофора в люминесцентной лампе

Существование околоэлектродной плазмы в люминесцентной лампе дополнительно подтверждается осциллограммой (рис. 3). Осциллограмма снята на частоте 540 кГц.



**Рис. 3.** Осциллограмма колебаний, генерируемых плазмой на экране осциллографа

В установке использована люминесцентная лампа ЛБ-20. Внешним электродом служит никелевая фольга размером 5×20 мм. В схеме применен регулируемый источник питания. Регистрация радиосигналов, излучаемых плазмой, осуществлялась радиовещательным приемником ЛВ-А49. Низкочастотный сигнал с радиоприемника подавался на вход универсального осциллографа ОСУ-20.

Предложенный демонстрационный эксперимент может быть использован в лекционных курсах физики, электронной техники и источников света, что будет способствовать повышению качества усвоения материала студентами.

#### Список использованных источников

1. Свешников, В. К. Разрядные лампы в демонстрационном эксперименте / В. К. Свешников, А. В. Куренчиков, Т. А. Сенькина // Современные проблемы науки и образования [электронный ресурс]: интернет-журнал. – 2015. – №. 2. – Режим доступа: [www.science-education.ru/129-22553](http://www.science-education.ru/129-22553).
2. Тараненко, В. И. Образование плазмы термоэлектронной эмиссией / В. И. Тараненко // Физика в школе. – 1989. – № 2. – С. 117.
3. Свешников, В. К. Демонстрация излучения радиополя люминесцентной лампы / В. К. Свешников // Изв. вузов. Физика. – 1993. – №11. – С. 106-108.
4. Фридрихов, С. А. Физические основы электронной техники / С. А. Фридрихов, С. М. Мовнин. – М. : Высшая школа. – 1982. – 608 с.
5. Рохлин, Г. Н. Газоразрядные источники света / Г. Н. Рохлин. – М. : Энергия. – 1966. – 560 с.
6. Никонов, Б. П. Оксидный катод / Б. П. Никонов. – М. : Энергия. – 1979. – 240 с.

#### References

1. Sveshnikov V. K., Kurenshchikov A. V., Senkina T. A. Discharge lamp in a demonstration experiment. Modern problems of science and education [electronic resource]: Internet magazine, 2015, no. 2. URL: [www.science-education.ru/129-22553](http://www.science-education.ru/129-22553).

2. Taranenko V. I. The formation of the plasma thermionic emission. Physics in school, 1989, no. 2, 117 p.
3. Sveshnikov V. K. Demonstration of radiation dipole fluorescent . Izv. higher education-al. Physics, 1993, no. 11, pp. 106–108.
4. Fridrikhov S. A., Movnin S. M. Physical foundations of electronic engineering, Moscow, Vysshaya shkola, 1982, 608 p.
5. Rokhlin G. N. Gas-discharge light sources. Moscow, Energy, 1966, 560 p.
6. Nikonov B. P. Oxide cathode. Moscow: Energy, 1979, 240 p.

*Поступила 03.12.2017 г.*

**КАДАКИН ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**  
**ректор, учёный, педагог, общественный деятель**  
**(к 70-летию со дня рождения)**



13 января 2018 года исполнилось 70 лет ректору федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева», кандидату педагогических наук, доценту, депутату Государственного собрания РМ, Василию Васильевичу Кадакину, автору более 100 научных работ.

Василий Васильевич Кадакин родился в селе Новая Потьма Зубово-Полянского района Мордовской АССР. Окончил МГУ имени Н. П. Огарёва по специальности «Физика».

После окончания учёбы с 1972 по 1974 год служил в рядах Советской Армии. С 1974 по 1993 год работал учителем, директором в образовательных учреждениях. С 1993 по 2007 год – министр образования Республики Мордовия.

В 2002 году ему присуждена ученая степень кандидата педагогических наук, в 2012 году присвоено ученое звание доцента. С 2007 года по настоящее время Василий Васильевич – ректор ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева».

Возглавляемый в течение одиннадцати лет В. В. Кадакиным институт, в настоящее время входит в число лучших вузов страны, участвует в крупных федеральных научных проектах и образовательных программах, расширяет контакты с зарубежными вузами, международными организациями и фондами.

Кадакин В. В. внес большой личный вклад в организацию научно-исследовательской и учебной работы вуза, развитие его материально-технической базы. Под его руководством открыты новые специальности и направления подготовки, разработано их научно-методическое сопровождение, созданы научно-образовательные центры «Гуманитарные науки и образование» и «Естественно-научное образование», 12 научно-исследовательских лабораторий, в том числе лаборатория по нанотехнологиям, региональный Научно-практический центр физической культуры и здорового образа жизни, Акмеологический центр. Мордовский государственный педагогический институт стал центром педагогических идей.

В 2017 году по его инициативе на базе института создан Мордовский научный центр Российской Академии образования и получено свидетельство инновационной площадки Российской Академии образования на 2017–2021 годы. В 2017 году институтом получен статус федеральной инновационной площадки Министерства образования и науки Российской Федерации на 2018–2023 годы.

В институте создана и успешно функционирует информационно-технологическая платформа (ИНФО-вуз): выстроена система электронного обучения (e-Learning); сформированы электронные среды социального и организационного вза-

имодействия, обеспечивающие централизованное хранение информации, электронные обсуждения, форумы и др. Реализация комплексной программы информатизации и технического оснащения позволила вузу проводить Международные открытые студенческие Интернет-олимпиады.

За время работы в должности ректора института В. В. Кадакину удалось повысить престиж педагогического образования. Внедрена система дистанционного обучения. Реализуются программы среднего профессионального образования, дополнительного образования детей и взрослых. Организована и развивается система работы с одаренными детьми в рамках деятельности научно-образовательного центра «Академия успеха». Институт прочно завоевывает звание вуза межрегионального и международного значения.

Воспитание молодежи, приобщение ее к высоким духовным, нравственным и культурным ценностям, к богатым национальным традициям – одна из главных задач ректора В. В. Кадакина. Благодаря его продуманной политике студенты МГПИ проявляют высокие гражданские и личностные качества. Так бойцы педагогического отряда «Максимум» удостоены государственных наград за спасение жизней детей, находившихся в оздоровительном лагере имени А. И. Хальзева Краснодарского края, во время наводнения в 2012 году.

Василий Васильевич активно занимается научно-педагогической деятельностью. Им опубликовано свыше ста научных и учебно-методических работ в области педагогической науки и образования, управления образовательными системами, инновационными процессами в образовании. За время своей научно-педагогической деятельности он подготовил трех кандидатов педагогических наук. Является научным редактором более 15 научных, учебных и учебно-методических изданий, главным редактором научно-методического журнала «Гуманитарные науки и образование», включенного в перечень изданий, рецензируемых ВАК, членом редакционного совета журнала «Учебный эксперимент в образовании».

В. В. Кадакин является депутатом Государственного Собрания Республики Мордовия принимает активное участие в законотворческой деятельности: по его инициативе был принят ряд законопроектов по улучшению сфер образования, здравоохранения и социальной поддержки граждан в республике.

За многолетний добросовестный труд и значительные заслуги в сфере образования Кадакин В. В. награжден государственными и ведомственными наградами: Отличник профессионально-технического образования РСФСР, Отличник народного просвещения, Заслуженный работник образования Республики Мордовия, Народный учитель Республики Мордовия, награжден памятными медалями «За вклад в подготовку и проведение XXVII Всемирной универсиады 2013 года в г. Казани» и «За вклад в подготовку и проведение XXII Олимпийских Зимних игр и XI Паралимпийских игр 2014 г. в Сочи», медалью МЧС России «За содружество в деле спасения».

Высокий профессионализм и компетентность, нацеленность на новаторские инновационные подходы, ответственность и трудолюбие, требовательность к себе и окружающим характеризует Василия Васильевича Кадакина.

Редакция журнала желает Василию Васильевичу здоровья и творческих успехов в профессиональной деятельности.

## СОДЕРЖАНИЕ

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

**Зейналов Гусейн Гардаш оглы**

Роль русского технического общества в формировании основ промышленности и технического образования ..... 5

**И. А. Зеткина, Ю. Е. Паулова**

Кинодокументалистика на уроках истории и во внеурочной работе ..... 10

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

**И. И. Байнева**

Компьютерные технологии в современной светотехнике ..... 17

**И. В. Ульянова, Т. В. Катаева**

Решение олимпиадных текстовых задач на движение ..... 24

**М. В. Лadoшкин**

Особенности обучения математике иностранных студентов на первом курсе ..... 30

**Ю. С. Жаркова, Ю. С. Сачкова**

Методы решения задач экономико-математического моделирования ..... 35

**Т. В. Кормилицына, С. А. Хнуева**

Обучение учащихся инновационным технологиям на основе веб 2.0 ..... 44

**Е. А. Тагаева**

Возможности использования программы Geogebra при решении задач по алгебре и началам математического анализа в средней школе ..... 48

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**В. К. Битюков, Р. А. Горбунов, С. В. Марьин, Д. С. Симачков, А. В. Фрунзе**

Метрологическое обеспечение отечественной пирометрии ..... 53

**Христо Михайлов Анчев, Антон Георгиев Андонов, Захари Александров Иванов**

Автономный светильник на светодиодах для сигнализации пешеходных дорожек ..... 76

**Н. Д. Кузьмичев, И. В. Бурьянов, М. . Васютин**

Расчет оптимальной конфигурации объема экранирующего тока в сверхпроводящем диске на основе алгоритма случайных блужданий ..... 81

**В. К. Свешников**

Демонстрация термоэмиссионного возбуждения плазмы в приэлектродной области люминесцентной лампы ..... 88

## ХРОНИКА

Кадакин Василий Васильевич – ректор, учёный, педагог, общественный деятель (к 70-летию со дня рождения) ..... 93

CONTENTS

*HUMAN SCIENCES*

**Zeynalov Huseyn oglu Gardash**

The role of the russian technical society in shaping the foundations of industry and technical education ..... 5

**I. A. Zetkina, Ju.E. Paulova**

Documentaries in history lessons and in extracurricular work ..... 10

*SCIENCE*

**I. I. Bayneva**

Computer technologies in modern lighting engineering ..... 17

**I. V. Ulyanova, T. V. Kataeva**

Solution of the olympiad text problems on the movement ..... 24

**M. V. Ladoshkin**

Features of teaching mathematics to foreign students in the first year ..... 30

**Ju. S. Zharkova, Ju. S. Sathkova**

Methods for solving economic and mathematical modeling problems ..... 35

**T. V. Kormilitsyna, S. A. Hnueva**

Training students to innovative technologies based on web 2.0 ..... 44

**E. A. Tagaeva**

Possibilities of using the Geogebra program while solving the problems on algebra and the top of mathematical analysis in the medium school ..... 48

*ENGINEERING SCIENCE*

**V. K. Bityukov, R. A. Gorbunov, S. V. Marin, D. S. Simachkov, A. V. Frunze**

Metrological assurance of national pyrometry ..... 53

**Hristo Mikhailov Anchev, Anton Georgiev Andonov, Zahari Aleksandrov Ivanov**

Autonomous led light for signaling walkways ..... 76

**N. D. Kuzmichev, I. V. Buryanov, M. A. Vasyutin**

Calculation of the optimal configuration of the shielding volume in disk-shaped superconductors based on the random walk algorithm ..... 81

**V. K. Sveshnikov**

Demonstration of thermionic excitation of plasma in near-electrode region of a fluorescent lamp ..... 88

*CHRONICLE*

Vasily V. Kadakin-rector, scientist, teacher, public figure (the 70th anniversary of the birth) ..... 93

**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 соискательства), 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](http://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  
№1 (85)

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 09.03.2018  
Дата выхода в свет 28.03.2018  
Формат 70x100 1/16. Печать ризография.  
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 15,5.  
Тираж 250 экз. Заказ № 30.

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