

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ
В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

2/2015

Scientific and methodological journal

**Uчебnyi experiment
w obrazovanii**

**Научно-методический
журнал**

**№ 2 (74) (апрель – июнь)
2015**

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

ФГБОУ ВПО «Мордовский
государственный педагогический
институт имени М. Е. Евсевьева»

ФГБОУ ВПО «Московский
государственный университет
имени М. В. Ломоносова»

Академия государственного
управления при Президенте
Азербайджанской Республики

Издается с января 1997 года

Выходит
1 раз в квартал

Фактический адрес:
430007, Республика Мордовия,
г. Саранск, ул. Студенческая,
11а, каб. 221

Телефоны:
(834-2) 33-92-82
(834-2) 33-92-84

Факс:
(834-2) 33-92-67

E-mail:
edu_exp@mail.ru

Сайт:
<http://www.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

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

- Х. Х. Абушкин** – кандидат педагогических наук, профессор
В. К. Битюков – доктор технических наук, профессор
Н. В. Вознесенская – кандидат педагогических наук, доцент
Р. В. Конакова – доктор технических наук, профессор
М. В. Ладошкин – кандидат физико-математических наук, доцент
С. М. Мумряева – кандидат педагогических наук, доцент
А. Е. Фалилеев – кандидат культурологических наук, доцент
С. А. Ямашкин – доктор химических наук, профессор

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

- В. В. Кадакин** – кандидат педагогических наук, доцент
У. К. Алекперов – доктор биологических наук, профессор академик НАНА (Баку)
П. В. Замкин – кандидат педагогических наук
В. В. Майер – доктор педагогических наук, профессор (г. Глазов)
Н. М. Мамедов – доктор философских наук, профессор (Москва)
Л. А. Микешина – доктор философских наук, профессор (Москва)
М. П. Миронова – кандидат педагогических наук, доцент
Л. А. Назаренко – доктор технических наук, профессор (Харьков)
А. М. Пашаев – доктор физико-математических наук, академик НАНА (Баку)
В. П. Савинов – доктор физико-математических наук, профессор (Москва)
Т. И. Шукшина – доктор педагогических наук, профессор
Н. А. Яценко – доктор физико-математических наук, профессор (США)

*Журнал одобрен Министерством образования и науки
Российской Федерации*

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», 2015

Scientific and methodological
journal

№ 2 (74) (april – yune)

2015

JOURNAL FOUNDER:

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

FSBEIHPE “Moscow State
University after M. Lomonosov”

The Academy of state
management under
the President
of Azerbaijan Republic

Has been published since
January 1997

Quarterly issued

Actual address:
Room 221, 11a Studencheskaya
Street, the city of Saransk,
The Republic of Mordovia,
430007

Telephone numbers:
(834-2) 33-92-82
(834-2) 33-92-84

Fax number:
(834-2) 33-92-67

E-mail:
edu_exp@mail.ru

Website:
<http://www.mordgpi.ru>

Subscription index in the cata-
logue “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 physico-mathematical Sciences, associate Professor

EDITORIAL BOARD MEMBERS

- K. K. Abushkin** – candidate of pedagogical Sciences, Professor
V. K. Bitjukov – doctor of technical Sciences, Professor
N. W. Woznesenskaya – candidate of pedagogical Sciences, associate Professor
R. V. Konakova – doctor of technical Sciences, Professor
M. W. Ladoshkin – candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor
S. M. Mumryaewa – candidate of pedagogical Sciences, associate Professor
A. E. Falileev – candidate of cultural science, associate Professor
S. A. Yamashkin – doctor of chemical Sciences, Professor

EDITORIAL COUNCIL

- V. V. Kadakin** – candidate of pedagogical Sciences, associate Professor (Saransk)
U. K. Alakbarov – doctor of biological Sciences, Professor, academician of the national Academy of Sciences (Baku)
P. V. Zamkin – candidate of pedagogical Sciences (Saransk)
V. V. Mayer – doctor of pedagogical Sciences, Professor (Glazov)
N. M. Mamedov – doctor of philosophical Sciences, Professor (Moscow)
L. A. Mikeshina doctor of philosophical Sciences, Professor (Moscow)
M. P. Mironova – candidate of pedagogical Sciences, associate Professor (Saransk)
L. A. Nazarenko – doctor of technical Sciences, Professor (Kharkiv)
A. M. Pashayev – doctor of physical and mathematical Sciences, academician of the national Academy of Sciences (Baku)
B. N. Savinov – doctor of physical and mathematical Sciences, Professor (Moscow)
T. I. Shukshina – doctor of pedagogical Sciences, Professor (Saransk)
N. A. Yatsenko – doctor of physical and mathematical Sciences, Professor (USA)

*Publication of the magazine approved by the Ministry of education and science of the Russian Federation
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 w
obrazovaniu», 2015

ОТ РЕДАКЦИИ

Уважаемые читатели!

16–18 ноября 2015 года

на базе ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»
проводится

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ»

Организаторы конференции:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ
АКАДЕМИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ НАУК РФ
ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ
Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе
ФГУП Всероссийский электротехнический институт им. В. И. Ленина
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова
ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»
Рязанский радиотехнический университет
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева»
САРАНСКИЙ ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ
МОРДОВСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО СОЮЗА НИО
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева»
ГУБ РМ НИИС им. А. Н. Лодыгина
ОАО «Электровыпрямитель»

В работе конференции предполагается работа секций:

Секция 1. Экспериментальная и теоретическая физика

Секция 2. Физика полупроводников

Секция 3. Физика низкоразмерных структур

Секция 4. Физика электронных и ионных приборов

Секция 5. Источники излучений. светотехника

Секция 6. Техника физического эксперимента

Секция 7. Использование современных достижений в учебном процессе в вузе

Международная научно-техническая конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы физики» продолжает традиции конференций, проводимых в г. Саранске (1992, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2007, 2009, 2012, 2013 гг.).

Основными задачами конференции являются:

– обмен информацией о научно-технических достижениях в области физики, физики полупроводников и низкоразмерных структур, физики электронных и ионных приборов, источников излучений, светотехники, а также техники физического эксперимента и использования современных достижений в учебном процессе в вузе;

– проведение сравнительного анализа и обсуждение результатов работ теоретического и прикладного характера;

– установление научных связей и областей взаимодействия для ускорения развития и повышения уровня научных исследований, расширение возможностей внедрения результатов исследований в реальную практику.

Рабочий язык конференции: русский.

С оперативной информацией можно ознакомиться на сайте МордГПИ

www.mordgpi.ru

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 101.1 : 316

ФИЛОСОФСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАУЧНОГО ОТКРЫТИЯ

Зейналов Гусейн Гардаш оглы

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. В статье раскрывается сущность научного открытия, его отличие от обыденного открытия. Автор выделяет три блока проблем научного открытия: 1. Онтологические; 2. Эпистемологические; 3. Аксиологические, которые указывают на освоения любого нового соответственно на трех уровнях. Философское обоснование научного открытия выполняет интегративную, эвристическую, методологическую функции в междисциплинарном пространстве и носит базовый характер для конкретно научной сферы.

Ключевые слова: открытие, научное открытие, философия научного открытия.

THE PHILOSOPHICAL BACKGROUND OF SCIENTIFIC DISCOVERY

Zeynalov Guseyn Gardash ogly

Abstract. The article reveals the essence of scientific discovery, how it differs from ordinary opening. The author distinguishes three groups of problems of scientific discoveries: 1. Ontological; 2. Epistemological; 3. Axiological, which indicate the development of any new respectively at three levels. The philosophical background of scientific discovery performs integrative, heuristic, methodological functions in an interdisciplinary space and is specifically for the scientific sphere.

Keywords: discovery, scientific discovery, philosophy of scientific discovery.

Проблема научного открытия, возникновения нового знания, с точки зрения философии всегда привлекали внимание ученых. Особую актуальность они приобретают в наши дни, поскольку наука превратилась в непосредственную производительную силу. Несмотря на создание высокотехнологических компьютерных технологий, главную роль в получении нового знания по-прежнему играет человек, его интуиция, воображение, возможность предвосхищения результата деятельности и т. д.

И. И. Лапшин в работе «Философия изобретения и изобретение в философии» говорил о том, что изучение научного, технического и философского творчества может оказывать косвенным образом полезное влияние на сам процесс изобретения [5, с. 6].

Жизнь современного социума основана на применении научных до-

стижений, а открытия и изобретения становятся индикатором общественного прогресса [7]. В ранние периоды истории открытие носило единичный характер и обосновывался стремлением ученого самореализоваться, доказать истинность своих гипотез. В современную эпоху стремление открыть новое составляет определенную систему и определяет стратегию развития общества.

Р. Коллинз для анализа этой системы вводит понятие «машинерия». Анализ современного общественного развития свидетельствует о институализации этой системы, т. е. абсолютное значение обретает не единичное открытие, а процесс, наличие социального института, направленной на постоянное производство открытия. В данном случае, речь идет об открытии как о функциональном значении, что является абсолютно новой социальной функцией общества.

Научное открытие можно рассмотреть и как явление и как процесс. Открытие нами понимается как некий процесс, в результате чего происходит движения нашего сознания от незнания к знанию, от неполного знания к полному. Открытия может быть обыденным и научным. В повседневной жизни человек в различных областях деятельности совершает множественные открытия. В данном случае стихийность играет решающую роль.

Научное открытие имеет заранее разработанную цель и специально разработанную методологию, принципы и технологии. Итак, научное открытие – это достижение нового знания, совершаемое в процессе научного познания явлений природы, общества и жизни человека.

Любое новое открытие, чтобы стать частью общей картины мира, либо определяющим принципом научного познания, должно получить философское обоснование. Философское обоснование научного открытия выходит за рамки конкретной области научного знания и дает исследователю самые общие ориентиры для познавательной деятельности, когда происходит:

- 1) синтез нового научного знания с господствующим мировоззрением, ценностями культуры;
- 2) включение нового знания в социокультурный контекст эпохи;
- 3) пересмотр старого знания с точки зрения эпохи.

Можно согласиться с мнением А. Койре, что научная и философская мысль находилась и находится в постоянном и, вообще говоря, плодотворном взаимодействии [4]. В процессе научного поиска философское обоснование выполняет эвристическую функцию. Философские принципы, участвуя в постройке новых идей, гипотез, теорий перестраивают нормативные структуры науки и картин реальности. Это обусловлено тем, что философия не только рефлексия по отношению к науке, но и методология по отношению всей культуре. Поэтому в структуре философских оснований можно выделить следующие подсистемы, взаимосвязанные между собой и позволяющие освоить мир (конкретный объект или явление):

1. Онтологическая подсистема представлена категориальной сеткой, охватывающей понимание и познание исследуемых объектов (такие категории как «свойство», «состояние», «отношение», «связь», «процесс», «состоя-

ние», «причинность», «необходимость», «случайность», «пространство», «время» и т. п.) и осваивает мир (конкретный объект или явление) как форменная реальность (бытийно);

2. Эпистемологическая подсистема представлена категориальными схемами, которые характеризуют познавательные процедуры и их результат (понимание истины, метода, знания, объяснения, доказательства, теории, факта и т. п.), т.е. раскрывает сущность (содержание) объекта или явления;

3. Аксиологическая подсистема представлена *эстетическими* категориальными схемами, которые характеризуют ценностное значение объекта или явления. На этом уровне человек, оценивая новое, вписывает его в свою ценностную систему с целью удовлетворения своих потребностей. В данном случае, очень многое зависит от способностей человека увидеть и применять свойства предмета, обосновать его необходимость. В ранние периоды истории ценностное значение обретало онтологический уровень открытия, т. е. наличие, как несоответствие традиции, как новая истина. В современном мире новизна или инновация обретает коммерческое значение и во многом определяется рекламой и маркетинговыми ходами.

Лишь, осваивая объект или мир во всех трех уровнях, человек может исчерпать его в конкретном историческом времени. В историческом плане эти подсистемы развиваются в зависимости от эволюции нормативных структур науки, обеспечивающих освоение новых объектов познания. Поэтому выделяются три блока проблем научного открытия: 1) онтологические; 2) эпистемологические или гносеологические; 3) аксиологические или ценностные.

Философское обоснование научного открытия выступает необходимой предпосылкой и условием для вторжения научного познания в инновационные предметные сферы. Именно исходные философские идеи определяют обоснованность новых гипотез и концепций, т. к. философские идеи и принципы изначально присутствуют в основании научного исследования и существуют объективно независимо от того, осознает ли это ученый.

Б. М. Кедров в статье «Опыт методологического анализа научных открытий» отмечает, что «мышление, а, следовательно, и наука, как и все мире, развивается диалектически. Определяя научное открытие как скачок в развитии научного познания, мы подчеркиваем не только, что всякое крупное открытие завершает собой предшествующее постепенное развитие научной мысли, которое его представляло, но и то, что такого рода открытие начинается собой новый этап научного развития в качестве его исходного пункта» [3].

Помимо всего философское обоснование научного открытия выполняет интегративную функцию в междисциплинарном пространстве. Философия, обобщая научные идеи из различных областей знаний, устанавливает междисциплинарные связи, выявляет интеграцию наук, ранее далеко отстоящих друг от друга. Академик А. Б. Мигдал отмечает, что серьезная научная работа не может проводиться без прикладной философии, определяющей качественную сторону исследования, помогающей наметить очертания предпола-

гаемого решения и в конце работы осмыслить полученные результаты и дать им правильную интерпретацию [6, с. 5].

Философия обобщает, систематизирует достижения культуры и науки, доводит их до общетеоретического уровня. «Мне кажется, – писал В. Вернадский, – это стороны одного и того же процесса – стороны совершенно неотделимые... Если бы одна заглохла, прекратился бы живой рост другой» [1]. Стоит отметить, что ни философская позиция ученого гарантирует успех научного познания на пути открытию, а его компетентность в определенной области, философское знание и позиция ученого всего лишь формирует общую культуру и методологию мышления исследователя, т. к. они носят фундаментальный характер и предопределяют будущее открытие.

Стоит привести пример: философия Платона оказало влияние на физические идеи В. Гейзенберга; идея философского атома обосновали поиски физического атома; диалектика древнеиндийской философии влияла на фундаментальные разработки в области квантовой механики Э. Шредингера; экзистенциальная диалектика С. Кьеркегора на формирование концепции дополнительности Н. Бора.

Итак, формирование философских оснований научного поиска требует от исследователя, с одной стороны философского, с другой – конкретно-научного знания [2]. Философские основания научного поиска выполняют в рамках конкретной науки эвристическую функцию.

Благодаря философской обоснованности выстраиваются новые теории, целенаправленно перестраиваются нормативные структуры, основополагающие принципы науки и создается новая картина мира или обновляется старая. Формированные представления в дальнейшем могут получить общекультурное признание.

Список использованных источников

1. Вернадский, В. И. Научная мысль как планетарное явление / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1991. – 270 с.
2. Зейналов, Г. Г. Философия и наука: проблемы взаимосвязи / Г. Г. Зейналов // Учебный эксперимент в образовании: научно-методический журнал. – 2013. – № 3. – С. 4–9.
3. Кедров, Б. М. Опыт методологического анализа научных открытий / Б. М. Кедров // Вопросы философии. – 1960. – № 5. [Электронный ресурс] – URL. : http://vphil.ru/index.php?id=36&option=com_content&task=view.
4. Койре, А. Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий / А. Койре [Электронный ресурс] – URL. : http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/Koyre/07.php.
5. Лапшин, И. И. Философия изобретения и изобретение в философии / И. И. Лапшин. – М. : Республика, 1999. – 399 с.
6. Мигдал А. Б. Физика и философия / А. Б. Мигдал // Вопросы философии. – 1990. – №1. – С. 5–32.
7. Шукшина Т. И. Практико-ориентированная подготовка магистров в условиях сетевого взаимодействия образовательных организаций / Т. И. Шукшина, И. Б. Буянова, С. Н. Горшенина // Гуманитарные науки и образование. – 2015. – № 2. – С. 79–84.

References

1. Vernadsky V. I. Scientific thought as a planetary phenomenon. Moscow, Nauka, 1991. 270 p.
2. Zeynalov, Innovative context of modern education Uchebnyi experiment w obrazovanii. Saransk, 2011. No. 1. Pp.4–12.
3. Kedrov B. M. Experience methodological analysis of scientific discovery, Problems of Philosophy, 1960. No. 5.
4. Koyre A. Essays on the history of philosophical thought. On the influence of philosophical concepts to the development of scientific theories. [Electronic resource], URL :http://www.gumer.info/bogoslov_Buks/Philos/Koyre/07.php.
5. Lapshin I. I. The philosophy of the invention and the invention of philosophy. Moscow, The Republic, 1999. 399 p.
6. Migdal A. B. Physics and Philosophy, Problems of Philosophy, 1990, no. 1, pp.5–32.
7. Shukshina T. I., Buyanova I. B., Gorshenina S. N. Practice-oriented training of masters in terms of network interaction of educational institutions. Gumanitarnye nauki i obrazovanie, 2015, no 2. Pp. 79–84.

УДК 331.526

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ РЫНКА ТРУДА В УЧЕБНОМ КУРСЕ «ЭКОНОМИКА»

Г. А. Крицкая, А. М. Котков, Е. П. Тюрин

Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский гуманитарный институт», г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. Авторами статьи проведен анализ проблем занятости рабочей силы в условиях рыночной экономики. Материалы исследования могут быть использованы при написании рефератов, контрольных, курсовых и дипломных работ, организации факультативных курсов для студентов экономических специальностей вузов.

Ключевые слова: рынок труда, мобильность труда, эластичность труда, занятость рабочей силы, формы занятости.

FEATURES THE LABOR MARKET IN THE TRAINING COURSE "ECONOMICS"

G. Kritskaya, A. Kotkov, E. Tyurin

Abstract. The authors analyzes the problems of employment of labor in a market economy. Materials can be used for writing abstracts, control and diploma works, organization of options for students of economics universities.

Keywords: labor market, labor mobility, flexibility of labor, employment, labor force.

Важнейшей чертой развития современной экономики становится структурная перестройка общественного производства. Существенным моментом, сопровождающим процесс структурных преобразований в промышленно развитых странах и в России, является изменение структуры занятой рабочей силы и проблемы безработицы. Основным путем решения данных проблем – усиление гибкости рынка труда. Под *гибкостью рынка труда* понимают несколько направлений, которые способствуют снижению уровня безработицы: гибкость заработной платы; мобильность труда; проблемы подготовки и переподготовки рабочей силы; политика выбора реорганизации работ.

Последнее направление связано с развитием нестандартных форм занятости, которые формируются в ходе структурной перестройки производства и проведения определенной политики выбора способов и методов реорганизации работ.

До начала 1970-х годов в промышленно развитых странах наблюдались достаточно устойчивые темпы экономического роста. На этом фоне возник стабильно развивающийся рынок труда, между предпринимателями и профсоюзами заключались коллективные договоры.

Ситуация на рынке труда изменилась в первой половине 1970-х годов в результате экономической нестабильности. Сокращение объемов производства и полноценно действующих рабочих мест привело к резкому возрастанию уровня безработицы. Правительства оказались не в состоянии выплачивать пособия по безработице в том объеме, в котором это было возможно ранее.

Результатом этих процессов стало то, что рынок труда перестал быть однородным. На нем начали выделяться наряду с отраслями и предприятиями, работающими традиционно, новые сегменты рынка труда, которые работали по другим правилам. Нарушилось единообразие 8-часового рабочего дня, полной рабочей недели, появились частично занятые работники, временно занятые, надомники.

В структуре производства произошли изменения в двух направлениях: в сфере производства лидирующее место начали занимать высокотехнологичные отрасли, и особое значение стала играть сфера услуг. Это нашло свое отражение в структуре занятого населения. Изменился социальный состав работников. Во всех промышленно развитых странах среди лиц наемного труда доля рабочих снизилась, а доля служащих, соответственно, увеличилась. Этому способствовал рост сферы услуг, где в основном заняты служащие и где труд наемных работников может использоваться в самых разнообразных и нерегламентированных формах. Это позволило повысить эластичность труда. С одной стороны, это способствовало усилению гибкости рынка труда, с другой – работник вынужден сталкиваться с неопределенностью и риском.

В промышленно развитых странах, в результате произошедших структурных перемен в самом процессе производства и политики выбора реорга-

низации работ со стороны работодателей, изменилась структура занятой рабочей силы. Появились различные формы занятости, которые можно объединить в следующие группы: полно-занятые, частично-занятые, временно-занятые, самостоятельно-занятые, а также занятость в рамках общественных программ: правительственных и муниципальных, профессиональной подготовки и переподготовки работников, программ для молодежи. Необходимость идти на компромиссные формы занятости со стороны работников делает более гибким предложение труда.

Возникает вопрос, что заставляет работодателей делать спрос на труд также более гибкой категорией на рынке труда? На наш взгляд, здесь действует несколько факторов, которые заставляют работодателей проявлять определенную маневренность. Прежде всего, это усиление международной конкуренции, рост рыночной неопределенности, необходимость сокращения издержек.

В технологии производства происходит уход от массового производства с переходом к производству мелкими партиями. Издержки данного производства снижаются не за счет серийности, а за счет использования информационных технологий в виде компьютерных автоматизированных производств или компьютеризированных интегрированных производств. Крупные фирмы выделяют «ядро производства» и создают несколько предприятий-сателлитов. Изменения, произошедшие в организации производства, нашли отражение в формах найма рабочей силы.

Вокруг ядра регулярных наемных работников, получающих установленную заработную плату за полную рабочую неделю, начали образовываться небольшие предприятия, работающие на субподряде, где работникам не был гарантирован уровень постоянной оплаты, и практически отсутствовала какая-либо социальная защищенность. Поскольку произошло сокращение количества служащих, работающих на постоянной основе и не всегда востребованных производством в течение всего рабочего дня, то это было восполнено приглашением специалистов в качестве консультантов. Так привлекают, например, бухгалтеров, программистов или высококвалифицированных инженеров. Для рабочих специалистов субподрядные работы являются частью общей работы, но осуществляемой в мастерской, на дому, и выступающей в виде самостоятельной занятости или семейного бизнеса.

Различные формы субподрядных работ способствовали росту самостоятельной занятости. Такое изменение в структуре занятости рабочей силы отражает переход крупного промышленного производства к системе субподрядных договоров, а также объясняет значительный рост сферы услуг, т. к. последняя сфера деятельности в значительной степени характеризуется высоким отношением самостоятельного труда к труду наемному.

В настоящее время Россия переживает те же сложности, связанные со структурной перестройкой общественного производства, которые западные промышленно развитые страны пережили в 70–80-е годы XX века. Решающее влияние на изменение структуры российского общественного производ-

ства оказало установление свободных цен и приватизационные процессы первой половины 1990-х годов.

В процессе приватизации серьезные изменения произошли в организационной структуре предприятий. Пытаясь «выжить» в условиях резкого прекращения бюджетного финансирования, неопределенности ценовой ситуации на рынке и бурных инфляционных процессов, многие крупные предприятия распались на мелкие организационные структуры, технологически взаимосвязанные между собой, но хозяйственно обособленные.

В этих условиях произошли и структурные изменения на рынке труда России, анализ которых дает возможность выделить несколько сегментов среди рабочей силы: а) незначительное меньшинство занятых в стабильных, престижных, устойчиво развивающихся отраслях и сферах занятости с доходами, ориентированными на международный уровень жизни и заработной платы. В основном – это руководство крупных фирм, фирм-посредников на рынке, связанных с западным бизнесом, и банковско-финансовая сфера; б) наемная рабочая сила на стабильных рабочих местах, с уровнем оплаты выше средних показателей по данному региону, чья реальная заработная плата индексируется примерно на уровне инфляционных процессов.

К данному сегменту можно отнести работников экспортноориентированных отраслей, стабильно работающих отраслей производственной инфраструктуры, некоторых отраслей пищевой промышленности, а также работников органов управления; в) работники в сокращающихся объемах производства секторах экономики, а также работники бюджетных сфер финансирования; г) работники, занятые в низкопродуктивных отраслях услуг и в полукриминальном бизнесе; д) потенциальные работники, находящиеся в стадии активного поиска работы, готовые к дополнительной профессиональной подготовке и переподготовке; е) безработные тяжелых застойных форм, которые по разным причинам утратили экономическую активность (болезнь, алкоголизм, наркомания и т. д.).

Как правило, данную группу людей не рассматривают в рамках рынка труда, т. к. практически не существует надежды к возвращению их к нормальной экономической жизни.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о значительной дифференциации работников, произошедшей на рынке труда России, и об увеличении эластичности труда относительно заработной платы. Именно с такими результатами следует знакомить студентов при изучении дисциплина «Экономика» в вузе.

Список использованных источников

1. Апокин, А. Анализ студенческой занятости в контексте российского рынка труда / А. Апокин, М. Юдкевич // Вопросы экономики. – 2008. – № 6. – С. 98–110.
2. Капелюшников, Р. Сколько стоит человеческий капитал России? / Р. Капелюшников // Вопросы экономики. – 2013. – № 2. – С. 24–46.
3. Чиркунов, О. Экономическое чудо: рынок и культура / О. Чиркунов // Вопросы экономики. – 2010. – № 10. – С. 15–25.

References

1. Apokin A. Yudkevich M. Analysis of student employment in the context of the Russian labor market. J. Problems of Economics, no 6, 2008. Pp. 98–110.
2. Kapeliushnikov R. How much is the human capital of Russia? J. Problems of Economics, no 2, 2013. Pp. 24–46.
3. Chirkunov O., Chirkunov E O. Economic miracle: the market and culture. J. Problems of Economics, no 10, 2010. Pp. 15–25.

УДК 378:821.161.1:821.111

ОЖИДАНИЯ ОТ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Д. И. Долгов

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева» г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. Ожидания педагогов от эксперимента весьма различны. В статье описаны некоторые возможные ожидания от педагогического эксперимента по экономическому направлению.

Ключевые слова: ожидание, эксперимент, экономика, учебная дисциплина.

EXPECTATIONS PEDAGOGICAL EXPERIMENT

Dolgov Dmitry

Abstract. Currently, it is seen that by waiting teachers experiment very different. This article describes the expectations of pedagogical experiment on economic direction.

Keywords: expectation, experiment, economics discipline.

Педагоги по-разному отвечают на вопросы, нужен ли им эксперимент и что они ожидают от экспериментальной деятельности? Одни ждут повышения статуса; другие – социальной защищенности; третьи – научного подтверждения новаторской методики преподавания; качественно иных результатов обученности; решения конкретных педагогических проблем и затруднений и так далее.

И хотя мотивы, побуждающие учителя начать эксперимент, очень разные, решившись на него, каждый должен действовать профессионально, быть *Мастером* своего дела. Как известно, любой мастер при изготовлении своего изделия, использует инструмент. И чем сложнее процесс изготовле-

ния, чем тоньше и изящнее изделие, тем более точный и сложный инструмент понадобится Мастеру [1, с. 54].

Так и педагог-экспериментатор, стремящийся получить запланированный результат своей деятельности, должен владеть инструментом проектирования и анализа педагогических действий – набором специальных профессиональных понятий. Что же это за инструмент и как им пользоваться при разработке программы эксперимента?

Как показывает практика экспериментирования, программы эксперимента могут быть разными, как по направленности содержания, так по количеству и сложности применяемого для описания программы инструментария. Возникает вопрос: от чего это зависит? В каком случае программа должна быть очень полной и развернутой, а в каком нет?

Можно выделить несколько факторов, влияющих на уровень требований к экспериментальной программе, эти факторы носят объективный и субъективный характер. К числу субъективных относится внутреннее самоопределение экспериментатора, уровень его личностных притязаний. К числу объективных притязаний относятся социальные нормы, предъявляемые к экспериментальной деятельности. Так, уровень требований зависит от типа эксперимента (констатирующего, поискового, формирующего); от татуса (экспериментальная площадка Федерального уровня, регионального, муниципального городского или районного; межшкольного или внутришкольного; индивидуального или коллективного); от масштаба эксперимента (продолжительность по времени, охват по объему материала - несколько уроков темы, четверть, год, несколько лет) и др.

Как показывает разнообразный опыт разворачивания (запуска) эксперимента в школе, самый лучший результат достигается, когда педагог имеет свободу выбора, возможность самому определиться и принять решение, нужен ли ему эксперимент и какой именно. В этом случае можно надеяться на больший успех, чем при спускании эксперимента «сверху». При этом важно создать условия для появления у учителей внутренней установки, своеобразного отношения к собственному развитию. Это не формальность и не красивые слова [2, с. 78].

За ними стоит огромный труд администрации учебного заведения по созданию у педагогов желания начать эксперимент, понимания необходимости освоения его техники и методологии. Поэтому хороший директор, умный администратор – стратег развития своего образовательного заведения разрабатывает целый комплекс условий для успешности первых шагов своего учебного заведения в режиме эксперимента.

Разработка мотивационных условий помогает заинтересовать, вовлечь учителя в эксперимент; правовых (юридических) – защитить всех участников образовательного процесса (детей, родителей, учителей) от возможных негативных проявлений эксперимента; нормативных – предъявить некоторую систему требований к участникам эксперимента и, в частности, к учителю.

На последнем положении хотелось бы остановиться особо. Формулируя систему норм желательно не испугать учителя сложностью, дополнительной работой, чрезмерными требованиями к нему как к экспериментатору, не столкнуть случайно «в овраг» формальностей и отписок о результатах якобы экспериментальной деятельности. И при этом очень важно суметь удержать четкую позицию, определяющую довольно жесткие требования ко всем уровням эксперимента.

Каковы же эти требования?

1. До начала эксперимента необходимо разработать его программу, в которой планы, ожидания педагога, диагностический инструментарий собраны в некую целостность, которая поможет управлять педагогическим процессом, вносить, по необходимости, коррекцию (контролируемые изменения) в учебный процесс.

2. По завершении определенного этапа эксперимента необходимо проанализировать полученные результаты, которые обычно оформляются в виде рефлексивного отчета, справки о результатах, доклада, заметки, статьи и т.д.

Все это – не «лишняя писанина», как иногда думают учителя. Полученные в эксперименте результаты должны быть доказательными, а действия экспериментатора – осознаваемыми им как особые, находящиеся в пространстве исследования. Без осмысления учитель не сможет понять и четко отвечать на вопросы: «Что он делает как экспериментатор? Почему так действует? Что ожидает получить и как собирается проверить результат? Что получилось в итоге? Подтвердились ли ожидания?».

Как подойти к разработке программы? Можно выделить этапы профессионального роста педагога-экспериментатора (и, соответственно, уровни эксперимента внутри учебного заведения), на освоение которых и самоопределяется педагог. Эксперимент I уровня – опытная работа; II уровня – опытно-экспериментальная деятельность; III уровня – экспериментально-поисковая деятельность; IV уровня – экспериментально-исследовательская деятельность. Основанием для разделения по уровням является степень достоверности и воспроизводимости результата эксперимента. Чем более доказательным и аргументированным является результат эксперимента, тем выше его уровень [3, с. 71].

Чем более технологичным и возможным для повторения является результат эксперимента, тем снова выше его уровень. Самая полная по содержанию и по структуре разрабатывается программа для IV уровня эксперимента. Она может содержать около 25 позиций и быть объемом от 7-8 до 50 страниц текста и быть очень близкой к тому, чтобы педагог мог результаты своего экспериментального исследования (при желании) описывать в диссертации.

Для I уровня эксперимента – опытная работа – педагог должен уметь ответить письменно на вопросы трех групп (по любому выбранному вопросу из каждой группы).

Первая группа вопросов – «особенность педагогической деятельности»: в чем особенность его педагогической деятельности, за счет которой он ожидает получить положительный результат в учебно-воспитательном процессе? или «какова совокупность используемых педагогических приемов, техник, методик или технологий, направленных на получение планируемого результата обучения (или воспитания)?» или «В чем отличия педагогических воздействий на ученика, осуществляемых в ходе эксперимента, от традиционных?» или «В чем «изюминка» его педагогического опыта, которая помогает получить положительные изменения в состоянии учащихся?».

Вторая группа вопросов – «педагогическая цель»: «какие изменения в состоянии ученика планируются (или уже достигаются)?» или «в чем состоит педагогическая цель?» или «Каковы планируемые результаты обучения (воспитания)?» На развитие у ученика каких свойств личности, способностей направлена экспериментальная деятельность педагога? или в чем состоит отличительная черта, характеризующая знания или умения ученика, которые он приобретет (приобретает) в ходе эксперимента?

Третья группа вопросов – «результативность»: как педагог будет отличать (фиксировать, определять, замечать), (или уже отличает), что именно эти изменения в учениках произошли? или По каким признакам, изменениям в состоянии ученика оценивалось (или будет оцениваться) результативность педагогической деятельности? Таким образом, первый уровень эксперимента предполагает развитие способности к осознанности (проектированию и рефлексии) собственных педагогических действий. Ключевыми вопросами, на которые учится отвечать экспериментатор на этом этапе являются: «что я делаю как педагог-экспериментатор? Как я это осуществляю? Для чего и какой результат получаю?»

Второй уровень эксперимента – опытно-экспериментальный, базируется на первом и отличается от него полнотой и глубиной ответов на выделенные вопросы, разработкой программы эксперимента по определенной форме.

Структура программы эксперимента (II уровень)

1. Исполнитель эксперимента – Фамилия, имя, отчество, должность
2. Педагогическая цель – Ожидаемый результат педагогической деятельности, выраженный в позитивных изменениях в учащихся, появившихся благодаря экспериментальной разработке

Вопросы для ответа: Что хотите изменить в ученике? Какие качества личности хотите воспитать в ученике за счет экспериментальных действий? Какие способности хотите развить? Какие изменения в обученности ученика предполагаете?

3. Цель эксперимента. Ожидаемый результат деятельности экспериментатора, выраженный в получении нового знания о педагогической действительности и оформленный в виде экспериментальных материалов. Вопросы для ответа: Что хотите разработать и апробировать? Что (какие экспериментальные разработки) будете внедрять в учебный процесс и проверять?

Что будет апробироваться: программа, учебный план, концепция, методика и пр.

4. Гипотеза. Логически обоснованное предположение, совокупность педагогических воздействий. Вопросы для ответа: Что предполагаете? В чем состоит совокупность педагогических действий, направленных на достижение цели? Что будете проверять?

5. Диагностический инструментарий. Средства оценивания результатов эксперимента: контрольные работы, анкеты, тесты, стенограммы уроков. Вопросы для ответа: С помощью чего будет осуществляться контроль за результатами? С помощью какого типа задач или задания для учащихся будет проверяться результативность эксперимента?

6. Критерии оценки ожидаемых результатов. Признаки, на основании которых производится оценка эффективности экспериментальной разработки. Вопросы для ответа: С помощью каких признаков в изменении состояния учащихся будет оцениваться результативность экспериментальных материалов? Как Вы предполагаете фиксировать, диагностировать, какие изменения произошли в учащихся?

При разработке программы эксперимента этого уровня могут возникнуть некоторые сложности. Так, первой сложностью может быть непонимание педагогом того, что результат (продукт) деятельности педагога-практика и экспериментатора различен. Цели их деятельности разные [4, с. 87].

Педагогическая цель и цель эксперимента - это не одно и то же. Это - первый «подводный риф». Педагог-экспериментатор работает в двух пространствах: исследовательском и практическом, т. е. собственно преподавательском. Одновременное пребывание в этих двух позициях довольно сложно для педагога, специально к этому не подготовленного. Поэтому-то и важна постепенность освоения позиции экспериментатора-исследователя. Если результатом деятельности педагога-практика (педагогической целью) являются положительные изменения в ученике, появившиеся благодаря комплексу педагогических воздействий (хотя лучше было бы сказать – педагогического сотворчества, содеятельности, содружества), то результатом деятельности педагога-экспериментатора (целью эксперимента) является ответ на вопрос: как и за счет чего удался такой результат?

Другими словами, результат педагога-практика выражается в изменении состояния ученика: развитии потребностно-мотивационной, эмоционально-волевой, познавательной сфер личности. Обычно педагог это описывает как: «ученику стало интересно учиться», «у ученика появился мотив к учебной деятельности», «ученик стал настойчивым, усидчивым», «знания ученика стали системными», «у ученика развились способности к...» и пр. А педагог-экспериментатор добивается реального результата своей деятельности как нового знания о педагогической действительности, о способе и пути получения результата педагогической деятельности. Поэтому такой педагог находится в рефлексивном (исследовательском) пространстве. В понимании этого отличия существуют большие трудности. И руководителю школы (экс-

перимента) желательно это помнить и по возможности помогать педагогу в понимании разницы целей.

Следующий «подводный риф» – гипотеза. Она может быть удачно разработана, если педагог на первом уровне эксперимента определил особенность педагогических воздействий, за счет которых он получает (или хочет) получить планируемый результат образованности ученика. Спрогнозировав конечный результат и заглянув в будущее, планируя шаги к достижению цели, педагог выдвигает гипотезу, логически обоснованное предположение, включающее совокупность педагогических воздействий, систему мер, направленные на достижение ожидаемого педагогического результата. Вопрос, на который отвечает теперь экспериментатор, звучит так: «Какие управляющие воздействия предполагаются для реализации задач эксперимента?» или «Какова система мер, совокупность педагогических воздействий, с помощью которых ожидается получить определенную эффективность учебно-воспитательного процесса?».

Гипотезы могут быть общие и частные, интуитивные и логически обоснованные, рабочие и научно-обоснованные. Поможет сформулировать гипотезу существование так называемой формулы гипотезы, которая выглядит так: «если ... , то ... , так как». Например, гипотеза может звучать так: «если содержание лекционных, лабораторных и практических занятий, тематику семинаров и научно-практических реферативных работ направить на развитие познавательной активности старшеклассников в обучении предметам естественно-математического цикла; если формы и методы организации учебных занятий и самостоятельную работу учащихся направить на развитие у них познавательной активности, то это поможет сформировать способность к самостоятельному добыванию знаний, к самообучению».

Следующая возможная трудность в написании программы эксперимента – разработка критериев. Критерии оценки ожидаемых результатов эксперимента – важнейший компонент необходимый для осуществления экспериментальной деятельности. Без критериев невозможно оценить истинность или ложность выдвинутой гипотезы, проверить эффективность разработок, достоверность результатов и валидность инструментария.

При разработке критериев эксперимента педагог отвечает на вопрос: «С помощью каких признаков будут отслеживаться изменения в учащихся, происходящие благодаря применяемым педагогом экспериментальным материалам (программам, методикам, дидактическим принципам, совокупности педагогических приемов и пр.)? По каким параметрам будет оцениваться эффективность разработанных экспериментальных материалов?».

Например, в качестве критериев при формировании эстетического вкуса при изучении литературы в творческой деятельности подростков могут выступать эмоционально-личностное отношение к судьбе героев, чувство сопереживания миру прекрасного. При развитии образного мышления младших школьников в качестве критериев могут выступать способность создавать ас-

социации, умение находить по ассоциации признаки или свойства, подобные изучаемому в курсе [5, с. 11].

Разработав критерии, по которым вы будете оценивать ожидаемый результат, приступайте к разработке диагностического инструментария - средства оценивания результатов эксперимента. Этими средствами могут быть: анкеты, тесты, контрольные работы, вопросы для интервью и пр., содержательной частью которых являются выделенные ранее критерии. Вам предстоит ответить на вопрос: «С помощью чего будет осуществляться контроль за результатами?». Например, если Вы ставите педагогической целью развить у школьников умение выполнять сложные мыслительные операции (индукцию, дедукцию, аргументацию, доказательство, перенос знаний из одной предметной области в другую и др.) диагностическим инструментарием может стать контрольная работа, включающая такие задания: объясните смысл; раскройте значение; докажите; почему вы думаете, что...

Третий уровень эксперимента – экспериментально-поисковый. Он базируется на первом и втором уровнях эксперимента и отличается большей глубиной ответов на поставленные выше вопросы, полнотой применяемого инструментария. Структура программы эксперимента включает дополнительно к позициям I и II уровня эксперимента, такие компоненты, как: противоречие, проблема, объект, предмет эксперимента, экспериментальная идея, замысел, цель и задачи эксперимента, его этапы. Эксперимент этого уровня отличается большей степенью воспроизводимости результатов, технологичностью проведения, доказательностью результатов, поэтому-то в программу эксперимента включаются компоненты, описывающие цикл экспериментального исследования, начиная от анализа практики и зарождения идеи эксперимента до проверки результативности гипотезы в практике преподавания.

Потребность в педагогическом эксперименте возникает каждый раз, когда в педагогической практике возникает проблемная ситуация, проявляется противоречие, мешающее деятельности педагога, не позволяющее ему достигать желаемого результата. Возникает ситуация, при которой профессиональных знаний оказывается недостаточно для разрешения возникшей проблемы. Придется искать ответ на вопрос: что нужно изучить из того, что раньше не было изучено? Ответ на этот вопрос и рождает идею эксперимента. Экспериментальная идея – это общее представление о предполагаемом направлении деятельности учителя в создавшейся проблемной ситуации, некоторое представление о желаемом результате. Например, апробироваться может идея опережающего обучения, идея разноуровневых классов, проведения бинарных уроков, активизации учебной деятельности с помощью игрового моделирования и пр.

По мысли профессора В. И. Загвязинского, идея содержит мысль, предположение о целесообразном пути организации деятельности обучаемых, о сочетании в ней известного и нового, о своеобразии педагогической помощи.

Следующий шаг – конкретизация идеи. Конкретизируется идея эксперимента в его замысле, который предполагает описание процесса реализации идеи. Главный вопрос при разработке замысла – как воплотить идею эксперимента на практике? Замысел эксперимента претворяет идею в конкретные формы, требует определенных методов ее воплощения. Замысел может содержать логическую схему разворачивания действий; принципы отбора учебного материала; выделение центральных мыслей, ведущих положений, методы, организационные формы. Все это с учетом конкретных условий, в которых возникла экспериментальная идея, параметров состояния образовательной практики, ограниченной проблемной ситуацией. Поэтому замысел и конкретизирует идею, связывая ее с методами воплощения [6, с.17].

Идея и замысел эксперимента позволяют учителю-экспериментатору определить границы исследования, изменения практики. Другими словами, педагог определяет объект экспериментирования – педагогическое пространство, область, в границах которой находится то, что будет изучаться. Здесь основной вопрос: что исследуется?

Например, в качестве объекта могут выступать: образовательный процесс по предмету «Экономика»; взаимодействие между детским садом и школой; обучение старшеклассников основам информатики и т. д. Объект эксперимента устроен довольно сложно. Чтобы конкретизировать, на что именно направлено педагогическое воздействие, на какие свойства, связи, отношения, нужно выделить предмет экспериментирования. Его исследование позволит получить новое знание о факторах, влияющих на изменение состояния ученика (его развитие, обученность, воспитанность).

Например, в качестве объекта эксперимента может рассматриваться учебный процесс в целом, а в качестве предмета – формы его организации. Объектом может выступать обучение старшеклассников приемам мыслительной деятельности, а предметом – процесс формирования умения сравнивать, анализировать, обобщать. Объект – формирование у младших школьников информационно-ценностного отношения к чтению, предмет – педагогическая технология, формирующая мотивацию к чтению, эффективные приемы чтения. Объект – система воспитательной работы школы, предмет – процесс ее оптимизации.

Предмет, таким образом, отвечает на вопрос: как рассматривается объект: какие свойства, отношения, функции выделяются в объекте; какая реальность, какая часть объекта будет раскрываться в данном экспериментальном исследовании? Функция предмета эксперимента – фиксация, удержание границ воздействия. Цель экспериментальная отвечает на вопрос: что педагог-экспериментатор хочет создать и апробировать в результате эксперимента? В качестве цели могут быть сформулированы такие положения: разработать и апробировать совокупность педагогических приемов, направленных на формирование коммуникативных способностей школьников или совокупность психолого-педагогических условий внедрения методики С. И. Лысенковой в малокомплектной сельской школе; разработать и апробировать си-

стему форм воспитательной работы, направленной на социализацию личности, адаптацию ее к рыночным условиям хозяйствования и т. д.

Кроме цели в программе эксперимента определяют его задачи. Они требуют ответа на вопрос: какие промежуточные результаты нужно получить, чтобы достичь цели и какие шаги нужно сделать при этом? Задачи эксперимента выступают как более конкретизированные по отношению к общей цели эксперимента частные цели. Их можно определить как шаги к достижению цели. Они определяют веер подпроблем, которые нужно решить в ходе эксперимента. Примеры задач: проанализировать современные тенденции развития методики преподавания физики. Выявить и дифференцировать совокупность педагогических приемов, методов, определяющих эффективность обучения физике. Разработать и апробировать комплекс приемов обучения физике в классах гуманитарного профиля с тем, чтобы развить познавательный интерес к этому курсу.

Эксперимент бывает довольно длительный и протяженный во времени, поэтому возникает потребность в выделении этапов эксперимента. Этапы эксперимента определяют некоторые части, промежуточные результаты и последовательность их достижения. Части позволяют в определенные временные интервалы преемственно реализовать систему мер, заложенную в гипотезе. Этапы служат для фиксации промежуточных результатов, их оценивания и корректировки. При выделении этапов эксперимента учитель отвечает на вопрос: какие промежуточные результаты и в какой последовательности предполагаются им для достижения цели? В программе также указываются время начала эксперимента и предполагаемого завершения, то есть - сроки эксперимента.

Таким образом, для успешного проведения педагогического эксперимента учителю-экспериментатору важно:

- 1) выработать в себе внутреннюю установку на постепенное освоение ступенек профессионального мастерства педагога-экспериментатора, на «своеобразный рост» в области эксперимента;
- 2) стремиться к осознанности (рефлексии) собственных действий;
- 3) последовательно осваивать методологию эксперимента, читая и обсуждая теоретические положения, на которых строится педагогический эксперимент;
- 4) делать попытки ежедневного фрагментарного описания результатов эксперимента в рабочий дневник экспериментатора.

Список использованных источников

1. Джуринский, А. Н. История образования и педагогической мысли: Учеб. пособ. для студентов педвузов / А. Н. Джуринский. – М. : ВЛАДОС, 2008. – 239 с.
2. Гонеев, А. Д. Основы коррекционной педагогики / Под ред. В.А. Сластенина. – М. : Академия, 2007. – 450 с.
3. История педагогики и образования. От зарождения воспитания в первобытном обществе до конца XX в. / Под ред. А. И. Пискунова. – М. : Сфера, 2008. – 380 с.

4. Краевский, В. В. Методология педагогики: новый этап: Учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В. В. Краевский, Е. В. Бережнова. – М. : Академия, 2009. – 530 с.

5. Мижериков, В. А. Введение в педагогическую деятельность / В. А. Мижериков, Т. А. Юзефовичус.– М. : Роспедагентство, 2009. – 290 с.

6. Мудрик, А. В. Социальная педагогика: Учеб. для студентов пед. вузов / А. В. Мудрик. – М. : Академия, 2007. – 380 с.

References

1. Dzhurinsky A. N. The history of education and pedagogical thought. Moscow, Vldos, 2008. 239 p.

2. Ganeev A. D. Fundamentals of correctional pedagogy. Moscow, Academy, 2007. 450 p.

3. History of pedagogy and education. From the inception of education in primitive society to the end of the twentieth century. Moscow, Sphera, 2008. 380 p.

4. Kraevsky V. V. Methodology of pedagogy. Moscow, Academy, 2009. 530 p.

5. Migereko V. A. Introduction to the teaching activities. Moscow, Rospedagenstvo, 2009. 290 p.

6. Mudrik A. V. Social pedagogy: Moscow Academy, 2007. 380 p.

УДК 378.046.4

СОДЕРЖАНИЕ ВАРИАТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю. А. Хвостова

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева» г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. В статье актуализируются вопросы вариативной подготовки бакалавров по направлению педагогическое образование.

Ключевые слова: вариативная подготовка, информационные и коммуникационные технологии, программные средства.

THE CONTENT OF VARIABLE TRAINING OF BACHELORS IN THE DIRECTION PEDAGOGICAL EDUCATION WITH USE OF MEANS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Yulia Hvostova

Abstract. In article questions of variable training of bachelors in the direction pedagogical education are staticized.

Keywords: variable preparation, information and communication technologies, software.

Вариативная подготовка бакалавров по направлению педагогическое образование в области использования средств ИКТ в профессиональной деятельности включает методическую подготовку в аспекте методики преподавания учебного предмета с использованием средств ИКТ и предметную подготовку в аспекте изучения применения средств и методов информатики, ИКТ в профильной для учителя области.

При анализе направлений информатизации образования с целью отбора содержания в этой области были выделены отдельные направления базовой подготовки, которые были позиционированы как вариативные относительно профиля получаемого бакалавром образования, а именно использование средств ИКТ в предметной области и методика преподавания учебного предмета с использованием средств ИКТ.

Проводя анализ ГОС ВПО в аспекте выявления содержания вариативной подготовки в области информатизации образования, можно констатировать, что данное направление нашло свое отражение только в последних ГОС ВПО. Кроме того, это коснулось только вопроса методики преподавания учебного предмета, при этом содержание материала по данной проблематике не учитывает специфики предмета, излагается одинаково для всех специальностей, это, несомненно, приводит к недостаточности подготовки выпускников в данной области.

Что касается вопросов использования средств ИКТ в предметной области, то можно сказать, что данное направление по стандарту изучается бакалаврами не всех специальностей, хотя анализ деятельности учителя в условиях информатизации образования показал необходимость осуществления базовой подготовки по этому направлению независимо от профиля подготовки.

Вышеизложенное, а также то, что базовая подготовка в области использования средств ИКТ включает помимо инвариантной также предметную и методическую составляющие, обосновывают необходимость разработки содержания вариативной (относительно профиля) подготовки студентов педвузов в области информатизации образования.

Поскольку позиционирование вариативной подготовки в области информатизации образования неоднозначно, определим, опираясь на общую логику вузовского образовательного процесса, а также деятельностный характер подготовки в рассматриваемой области, разделы, касающиеся методики преподавания учебного предмета с использованием средств ИКТ, в отдельную дисциплину «Методика преподавания учебного предмета с использованием средств ИКТ» в блок общепрофессиональных дисциплин федерального компонента ГОС ВПО, а также будем говорить о необходимости введения отдельной дисциплины «Использование средств ИКТ в предметной области», которая займет место в естественно-научном блоке федерального компонента стандарта.

Рассмотрим *методическую подготовку* учителя-предметника в аспекте

информатизации образования.

Т. А. Бороненко [1], решая проблему методической подготовки учителя информатики и принимая во внимание мнения педагогов-теоретиков [3], отмечает, что методика учебного предмета (частная дидактика) – теория обучения определенному учебному предмету; объектом исследования методики учебного предмета является процесс обучения той или иной учебной дисциплине, предметом – связь, взаимодействие преподавания и учения в обучении конкретному учебному предмету.

Изучая разные формы этого взаимодействия, методика учебного предмета разрабатывает и предлагает преподавателю определенные системы обучающих воздействий. Эти формы и системы находят свое конкретное выражение в содержании образования, воплощенном в программах и учебниках по каждому учебному предмету, реализуются в методах, средствах и организационных формах обучения. Опираясь на данные положения, Т. А. Бороненко определила «методику обучения конкретному учебному предмету (в школе, вузе и т. п.) как раздел педагогической науки, объектом которой является процесс обучения учебному предмету, предметом – проектирование, конструирование, реализация (внедрение в педагогическую практику), анализ (педагогический эксперимент) и развитие (оптимизация) методических систем обучения рассматриваемому учебному предмету, методом является методический эксперимент над рассматриваемым учебным предметом» [1]. Таким образом, данная трактовка адекватно отражает общую структуру деятельности.

Курс методики преподавания учебного предмета интегрирует знания, умения, навыки, полученные в процессе изучения общеобразовательных, психолого-педагогических и специальных дисциплин, осуществляет их методическую интерпретацию, и на этой основе формируются более частные методические знания, умения, навыки. Следовательно, дисциплина «Методика преподавания учебного предмета с использованием средств ИКТ» должна изучаться после таких дисциплин, как «Педагогика», «Психология», «Информатика», «Использование средств ИКТ в предметной области», «Использование средств ИКТ в деятельности учителя», «Методика преподавания», но до прохождения активной педагогической практики.

По мнению Э. И. Кузнецова [2], методическая подготовка должна наиболее полно учитывать специфику учительской специальности, чтобы обеспечить учителю понимание основных принципов обучения с использованием информационных технологий в выбранной предметной области. К методической группе знаний, умений и навыков автор относит:

знание основного пакета педагогических программных средств по своему предмету и умение эффективно применять эти программные средства в учебно-воспитательном процессе;

- умение применять компьютер как инструмент для решения задач и как средство обучения;
- умение оценивать педагогические программные средства на пред-

мет пригодности использования их в процессе обучения и адаптировать их к собственной методической концепции;

- умение использовать инструментальные программные средства для создания и применения собственных педагогических программных средств;
- умение оценивать результаты обучения с применением информационных технологий и корректировать в зависимости от них процесс обучения.

Перечислим характерные особенности методической подготовки бакалавров по направлению педагогическое образование (в контексте информатизации образования), которые заключаются в следующем: в определении целей обучения конкретному предмету с использованием средств ИКТ, соответствующих целям обучения учебной дисциплине и задачам развития личности обучаемого в современных условиях информационного общества; в анализе и отборе содержания школьной учебной дисциплины в аспекте выявления целесообразности применения средств ИКТ при изучении той или иной темы; в отборе форм, методов и средств обучения конкретной дисциплине в условиях информатизации образования, ориентированных на развитие интеллектуального потенциала обучаемого, на формирование умений самостоятельно приобретать знания, осуществлять деятельность по сбору, обработке, передаче, хранению и продуцированию информации; в контроле качества знаний, умений и навыков учащихся по учебной дисциплине в условиях применения тестирующих, диагностирующих методик на базе средств ИКТ.

Перечислим характерные особенности предметной подготовки бакалавров по направлению педагогическое образование (в аспекте информатизации образования).

1. Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Информатика» являются основой качественной подготовки в области использования средств ИКТ в предметной области, поэтому процесс подготовки в рассматриваемой области должен быть логическим продолжением дисциплины «Информатика» и начинаться сразу после ее изучения (т. е. на 1–2 курсах).

2. Дисциплина «Использование средств ИКТ в предметной области» раскрывает особенности применения возможностей информационных и коммуникационных технологий в профильной для учителя области знания.

3. Подготовка студентов в рассматриваемом аспекте способствует использованию средств ИКТ как в процессе обучения в вузе, так и в дальнейшей профессиональной деятельности.

4. Подготовка студентов в области применения средств ИКТ в предметной области способствует возможности выбора различных траекторий продвижения обучения (например, получения дополнительной специализации) в условиях непрерывного образования, в частности в предметной области и области информатизации образования.

5. Одним из основных направлений подготовки (за исключением художественных специальностей) является компьютерное моделирование в профильной области. Теоретическая подготовка направлена на овладение

теоретическими знаниями в области компьютерного моделирования, формирование умения описания и построения модели в контексте предметной области. Практическая часть подготовки включает освоение моделирующих программ в профильной области.

6. Не менее важным направлением подготовки является изучение средств ИКТ, которые нашли применение в профильной предметной области. Практическая подготовка в рамках дисциплины включает освоение основных типов средств ИКТ на примерах из профильной предметной области.

7. Теоретическая и практическая подготовка в рассматриваемой области осуществляется в условиях информационно-коммуникационной среды вуза.

8. Обучение в аспекте использования ИКТ в предметной области способствует осмыслению студентом межпредметных связей. В качестве примеров для освоения средств ИКТ подбираются задания из уже изученного материала предметной подготовки.

9. В качестве средств ИКТ применяются как специальные (прикладные и инструментальные), так и базовые информационные технологии обработки текстовой, числовой и графической информации, технологии хранения информации, коммуникационные технологии.

Приведем содержание разделов дисциплины «Использование средств ИКТ в математике»:

I. Возможности средств ИКТ, определяющие целесообразность их использования в предметной области «Математика», основные характеристики базового программного обеспечения: текстовые редакторы, электронные таблицы, системы управления базами данных, системы компьютерной графики и др. в аспекте их применения в предметной области «Математика».

II. Понятие «математическая модель». Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели.

III. Математические модели, их использование для описания объектов и процессов живой и неживой природы, непрерывные модели, дискретные приближения, компьютерная реализация.

IV. Стандартные и специальные моделирующие программы. Создание собственных моделирующих программ на основе инструментальных программных средств.

V. Анализ, обработка статистических данных. Визуализация данных.

VI. Использование стандартных пакетов символьных вычислений для решения задач символьного дифференцирования и интегрирования функций; для построения графиков функций и поверхностей; для решения задач матричной алгебры; для поиска аналитического решения систем линейных уравнений; для решения нелинейных уравнений; для решения дифференциальных уравнений; для решения задач теории чисел и комбинаторных задач.

VII. Возможности применения электронных таблиц для решения математических задач: работа с числовыми данными, формулами, построение

графиков функций и диаграмм и др., ведение баз данных в электронных таблицах.

VIII. Базы данных, ориентированные на предметную область «Математика», формирование запросов, выборка по запросу.

Список использованных источников

1. Бороненко, Т. А. Теоретическая модель системы методической подготовки учителя информатики: Дис... д-ра пед. наук. – СПб., 2000.
2. Кузнецов, Э. И. Общеобразовательные и профессиональные аспекты изучения информатики и вычислительной техники в педагогическом вузе: Дис... д-ра пед. наук. – М., 2000. – 277 с.
3. Российская педагогическая энциклопедия . Т. 1: А-М. – М. : Большая российская энциклопедия, 2003. – 608 с.

References

1. Voronenko T. A. Theoretical model of the system of methodical training of science teachers: Dis... d-RA PED. Sciences. SPb.
2. Kuznetsov E. I. Educational and professional aspects of computing and information science at the pedagogical University: Dis... d-RA PED. Sciences. M., 2000. 277 p.
3. Russian pedagogical encyclopedia. T. 1: A-M. – Moscow, Great Russian encyclopedia sky, 2003. 608 p.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 37.016:53(045)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕДИНОГО ПОДХОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В КУРСЕ ФИЗИКИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ПРИ ПРОБЛЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Х. Х. Абушкин, А. Х. Биккиняева

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева» г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы преподавания колебательных процессов в общеобразовательной школе. Предлагаемый автором подход отличается от известных и получивших широкое распространение в учебной и методической литературе методик изучения данных вопросов. Эта методика опирается на принцип единого подхода к изучению колебательных и волновых процессов различной физической природы и дидактический принцип проблемности.

Ключевые слова: динамическая система; колебательная система; колебания; единый подход к изучению колебаний; основные типы колебаний – свободные, вынужденные, автоколебания, параметрические колебания; проблемное обучение; проблемная ситуация; учебная проблема; логические операции.

THE IDEAS OF A UNIFIED APPROACH IN THE STUDY OF OSCILLATORY PROCESSES IN PHYSICS OF SECONDARY SCHOOL PROBLEMS OF ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS

Н. Н. Abushkin, А. Н. Bikkiyaewa

Abstract. The article discusses the teaching of the vibrational-tion processes in secondary school. The author's approach differs from the well-known and widespread in the educational and methodical literature methods for the examination of these issues. This technique is based on the principle of a unified approach to the study of oscillatory and wave processes of different physical nature and didactic principle is problematical.

Keywords: dynamical system; the oscillatory system; fluctuations; a unified approach to the study of vibrations; the main types of vibrations – free and forced, self-oscillations, parametric oscillations; problem-based learning; problem situation; a training issue; logical operations.

Проблемный подход к изучению колебательных и волновых процессов в школьном курсе физики способствует развитию творческого мышления и

повышению прочности знаний учащихся по данному разделу [1]. Это достигается путем установления связей: между понятиями и признаками изучаемого понятия; между темами и разделами курса; учебными дисциплинами. Кроме того, решению задачи развития творческих способностей способствует также раскрытие связей и отличий реальных объектов, явлений и их мысленных моделей на основе разрешения объективно существующих или специально создаваемых противоречий между имеющимися и вновь приобретаемыми знаниями, между знаниями и методами получения этих знаний. Положительное влияние на решение названных задач оказывает так называемый *единый подход* к изучению явлений различной физической природы.

Принцип единого подхода к изучению колебаний и волн различной физической природы позволяет вести обучение на высоком уровне проблемности. Этому способствует тот факт, что колебательные и волновые процессы изучаются после разделов механика и электродинамика, в которых имеются все необходимые сведения для успешного усвоения основных вопросов теории колебаний и волн различной физической природы.

Наш опыт проблемного изучения колебательных и волновых явлений позволил выявить следующее: не любой вопрос теории можно изучать проблемно. Это объясняется двумя причинами: во-первых, проблемное изучение вопроса требует больших затрат времени (особенно, если раньше учащиеся не имели опыта проблемного усвоения знаний); во-вторых, проблемное изучение некоторых вопросов не дает более высокого положительного эффекта, чем традиционная методика [2].

В нашей методике весь круг вопросов, касающихся механических и электромагнитных колебаний, объединяется вокруг трех основных тем:

1. Свободные колебания в: идеальных механических системах; реальных механических системах; идеальных электрических системах; реальных электрических системах.

2. Вынужденные колебания: в механических системах; в электрических системах – переменный ток; резонанс.

3. Автоколебания в механических и электрических колебательных системах.

Деление учебного материала по темам соответствует делению колебаний на типы: свободные, вынужденные, автоколебания и параметрические колебания, из которых в школе изучаются только три типа колебаний в различных колебательных системах с одной степенью свободы.

Такое относительно самостоятельное изучение вопросов позволяет выделить особенность каждого типа колебаний. Упомянутая специфика заключается в том, что свободные, вынужденные колебания и автоколебания выделяются по характеру поступления энергии в колебательную систему.

Перед учителем стоит задача: показать, что закономерности колебательных процессов в любой колебательной системе (механической или электрической) зависят только от способа возбуждения колебаний и характера действующих на систему сил, но не от их физической природы.

В данном случае педагогически нецелесообразным является такой подход к изучению вопросов, при котором учащимся с самого начала говорится, что при определенных условиях колебания в разных динамических системах подчиняются одним и тем же закономерностям и задача учащихся при изучении темы состоит в выявлении существующих закономерностей. При этом подходе снижается интерес к изучаемому материалу, что, в свою очередь, ведет к получению учащимися поверхностных знаний.

Эффективность восприятия учебного материала повышается, когда на основе постепенного накопления фактов о закономерностях того или иного типа колебаний в различных колебательных системах переходят к теоретическим обобщениям.

Однако в школьном преподавании брать любой тип колебаний для доказательства единства закономерностей протекания процессов в различных колебательных системах не представляется возможным. Связано это с тем, что наиболее убедительно единство закономерностей колебательных процессов учащимся средней школы, целесообразно показать на основе установления математических зависимостей между колеблющимися величинами.

Поскольку в общем случае получение количественных закономерностей для каждого типа колебаний представляет для учащихся определенные трудности, вызванные уровнем их подготовленности, как по физике, так и по математике, изучение количественной теории отнесено только к свободным колебаниям с малой амплитудой (малые колебания), происходящих в идеализированных системах в отсутствие трения.

Рассмотрение процессов в идеализированных колебательных системах в отсутствие трения важно не только с точки зрения теории колебаний, связанной с тем, что реальные процессы с небольшим затуханием близки к процессам в идеализированных системах и исследование их позволяет выяснить роль различных параметров реальных систем, но и с точки зрения методики обучения. Последнее заключается в том, что, изучая свободные колебания в различных колебательных системах и получая для каждого случая одинаковые количественные закономерности между колеблющимися величинами, делаем вывод: малые свободные колебания в различных колебательных системах в отсутствие трения подчиняются одним и тем же закономерностям. Следовательно, если колебательная система находится в аналогичных условиях по отношению к внешнему воздействию, то характер колебаний не будет зависеть от физической природы сил, под действием которых происходят колебания.

Примером тому служат малые свободные колебания математического маятника и свободные колебания в идеальном колебательном контуре. Поэтому другие типы колебаний (вынужденные и автоколебания) можно изучать без разделения систем на механические и электрические, выделив предварительно особенности данных колебательных систем.

При таком подходе к изучению свободных колебаний имеется возможность особо обратить внимание на выявление физической сущности процесса

(выясняется природа сил, характер и результат действия силы в любой рассматриваемой колебательной системе и т. д.). В дальнейшем, при изучении вынужденных колебаний и автоколебаний не представляется необходимым специально останавливаться на этих вопросах. Условия и особенности протекания этих процессов изучаются на качественном уровне.

При описанном выше подходе к изучению материала особое место занимает понятие колебательная система. Использование данного понятия особенно ценно в том случае, когда не интересуются природой сил, под действием которых происходит процесс. Иными словами, это понятие удобно использовать на стадии, когда от изучения физики процессов переходят к выявлению общих закономерностей процессов.

Поскольку мы широко используем метод переноса знаний об особенностях протекания колебаний определенного типа одной физической природы к колебаниям того же типа, происходящим под действием сил другой физической природы, в экспериментальном преподавании с самого начала отводится специальное время для формирования понятия *колебательная система*.

Задача первого урока: сформировать у учащихся первоначальные представления о колебательной системе. С этой целью предусматривается повторение некоторых вопросов механики: механическое движение; основные его виды – поступательное и вращательное; равномерное и переменное движение тел; причина изменения состояния движения тела – сила; динамическая система; виды – устойчивое, неустойчивое, безразличное – равновесия тел в динамической системе. Разбирается несколько примеров поступательного и вращательного движения; обращается внимание на особенности каждого вида движения [1].

Учащимся сообщается, что теперь им предстоит изучение особенностей нового вида движения. После этого демонстрируем несколько опытов, иллюстрирующих новый вид движения тел: колебание стальной линейки, зажатой в настольных тисках; ареометра, опущенного в жидкость; подвешенной измерительной линейки; жидкости в манометрической трубке.

Далее приводятся и анализируются примеры, взятые из повседневной жизни учащихся. При этом перед ними ставится вопрос: что общего в движении рассмотренных тел? Анализ примеров должен подвести к следующим выводам:

1. Движению в каждом рассмотренном случае присуща повторяемость определенных состояний, происходящая около положения равновесия.

2. Тела движутся не только с переменной скоростью, но и с переменным ускорением.

Обобщая сделанные выводы, учитель объясняет, что повторяемость определенных состояний движения около некоторого положения равновесия берется за основу при выделении движения тел в рассмотренных примерах, в особый вид – *колебательное движение*. Здесь мы не говорим, что колебательное движение относится к сложному виду и его можно представить в ви-

де суммы двух простых видов – поступательного и вращательного. Сообщаем, что другие особенности колебательного движения, позволяющие отличить его от другого вида повторяющегося движения – вращательного, будут выявляться в ходе изучения всего раздела. На данном этапе не даем определений колебательного движения и тем более колебаний вообще. Понятия *колебательное движение* и *колебания* должны формироваться у учащихся постепенно на протяжении изучения всех вопросов. Ибо, как говорил академик Л. И. Мандельштам: «Давать определение – тяжелая и неблагодарная задача. Важно другое – важны руководящие точки зрения, общие идеи. Одной из таких руководящих точек зрения в учении о колебаниях является периодичность. Периодические явления или почти периодические явления – колебательные явления. Всякий периодический процесс относится к ведению теории колебаний. Обратное, конечно, неверно. Многие непериодические процессы также относятся к колебаниям» [2, с. 105–106].

В физике широко пользуются понятием *динамическая система*. При изучении колебаний говорят о колебательной системе. Возникает вопрос: есть ли различие между используемыми понятиями? Терминологическое различие состоит, прежде всего, в том, что понятие динамическая система более широкое, чем понятие колебательная система. В то же время, не любую динамическую систему можно называть колебательной.

При изучении колебаний нас интересует характер колебательных процессов не в любых динамических системах, а только в тех, в которых после выведения системы из положения равновесия возможны свободные колебания. Например, изучая особенности вынужденных колебаний, мы интересуемся не только и не столько тем, как меняется с течением времени действующая на систему внешняя сила, а большей частью тем, как «отзывается» система на это воздействие, то есть заранее предполагается, что в системе возможны свободные колебания.

Анализ данных понятий должен подвести учащихся к вопросу: каким условиям должна удовлетворять динамическая система, чтобы в ней могли возникнуть колебания?

Таким образом, мы подводим учащихся к началу процесса формирования у них важнейшего понятия всей теории колебаний и волн – *колебательная система*.

Формирование понятия проводим проблемно. Учащимся предлагается экспериментальная задача.

Имеется шарик массой m , который можно поместить на опоре так, что он, в зависимости от формы поверхности (плоская, выпуклая, вогнутая) будет находиться в состоянии безразличного, неустойчивого, устойчивого равновесия. Исследовать экспериментально, в каком случае шарик, после выведения его из состояния равновесия, начнет совершать колебательное движение (рис. 1). Формулировка задачи позволяет создать проблемную ситуацию, наталкивает учащихся вести поисковую работу. Проверить высказанные предположения помогает демонстрационный эксперимент, проводимый вы-

званным к доске учеником (эксперимент можно проводить фронтально, но теряется много времени и, несмотря на это, педагогический эффект решения задачи при этом невысок).

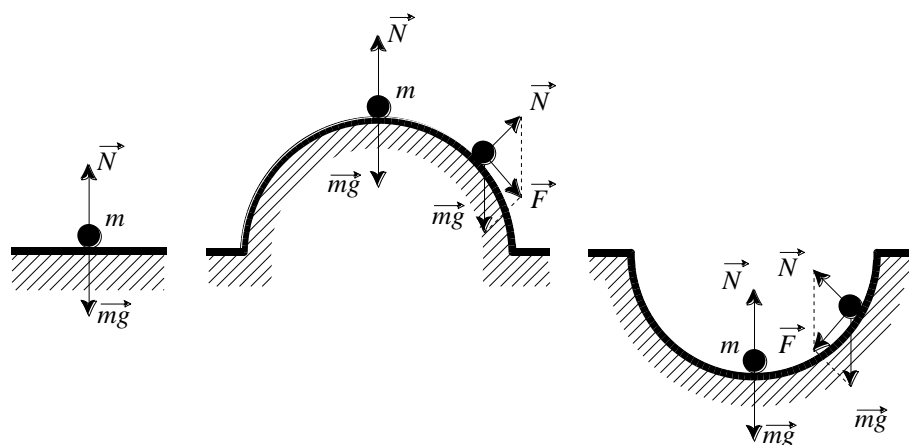


Рис. 1. Силы, действующие на тело, находящееся в состоянии равновесия и в отклоненном от равновесного состояния положении в зависимости от формы поверхности (плоская, выпуклая, вогнутая)

На этих уроках широко используется компьютер и интерактивная доска. При этом имеется возможность демонстрировать компьютерные модели наблюдаемых явлений [3; 6; 7].

Результаты проведенных экспериментов позволяют сделать вывод: колебательное движение возможно в системе, в которой тело находится в состоянии устойчивого равновесия. Колебания тела происходят около точки, соответствующей положению *устойчивого равновесия*. После этого перед учащимися ставится вопрос: почему тело начинает совершать колебательное движение, когда оно выводится из состояния устойчивого равновесия?

Сформулированная учебная проблема разрешается на основе использования чертежей, выполняемых на интерактивной доске. На чертежах указываются все силы, действующие на тело, находящееся в состоянии равновесия и в отклоненном от равновесного состояния положении для каждого рассмотренного случая. Проводится сравнение и анализ условий равновесия тел, находящихся на выпуклой, плоской и вогнутой поверхностях. Эта работа способствует процессу целенаправленного формирования умственных операций [5]. В поисковой беседе выясняется, что только тогда, когда тело выводится из устойчивого положения равновесия, равнодействующая сил тяжести и реакции опоры, приложенных к телу, направлена к положению равновесия. Эта суммарная сила называется *возвращающей*.

Далее выясняется, что тело, двигаясь к положению равновесия, не останавливается в этом положении, несмотря на то, что горизонтальная составляющая равнодействующей приложенных к телу сил в точке равновесия равна нулю. В данном случае положение равновесия тело переходит вследствие *инертности*, и дальнейшее движение в противоположную от первоначального отклонения сторону происходит под действием силы тяжести и ре-

акции опоры, которые тормозят движение тела. Подводим учащихся к формулировке определения изучаемого понятия. Если динамическая система удовлетворяет условиям: *наличие устойчивого положения равновесия, обуславливающее возникновение возвращающей силы после выведения системы из этого положения; наличие инертности, то она называется колебательной системой.*

Поскольку колебательное движение тела – это движение с ускорением, следовательно, оно возможно только под действием силы. В том случае, когда эта сила является внутренней силой системы, имеют место *свободные (собственные) колебания*. Если на тело действует еще внешняя, по отношению к данной системе, сила, то колебания называются *вынужденными*. После того, как введено понятие колебательная система и сформулированы условия возникновения колебаний, переходим к изучению конкретных колебательных систем: математического маятника и колебательного контура, чтобы в итоге установить количественные закономерности между величинами, характеризующими колебательные процессы.

Список использованных источников

1. Абушкин, Х. Х. Проблемное обучение физике в педагогическом вузе: учебное пособие для студентов педагогических вузов / Х. Х. Абушкин. – Саранск, 2012. – 168 с.
2. Абушкин, Х. Х. Технология проблемного обучения в педагогическом вузе / Х. Х. Абушкин. // Гуманитарные науки и образование. – Саранск. – № 4. – 2013. – С. 8–23.
3. Абушкин, Х. Х. Организация проблемного обучения в условиях информационных технологий / Х. Х. Абушкин // Учебный эксперимент в образовании. – № 4. – 2010. – С. 37–45.
4. Академик Л. И. Мандельштам. К 100-летию со дня рождения / Л. Е. Кононенко. – М. : Наука. 1979. – 312 с.
5. Харитоновна, А. А. Роль логических операций в формировании научных понятий / А. А. Харитоновна // Учебный эксперимент в образовании. – № 1. – 2013. – С. 29–37.
6. Кормилицына Т. В. Моделирование физических процессов в специализированных программных средствах / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 2. – С. 84–89.
7. Кормилицына Т. В. Построение компьютерных моделей для учебных экспериментов / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2011. – № 2. – С. 44–49.

References

1. Abushkin H. H. Problem-based learning physics in a pedagogical University: a textbook for students of pedagogical universities. Saransk, 2012. 168 p.
2. Abushkin H. H. the Technology of problem-based learning in a pedagogical University Gumanitarnye nauki i obrazovanie. Saransk. No. 4. 2013. Pp. 8–23.
3. Abushkin H. H. the Organization of problem-based learning in terms of information technology Uchebnyi experiment w obrazovanii. No. 4. 2010. Pp. 37–45.
4. Kononenko L. E. Academician L. I. Mandelstam. To the 100 anniversary from the birthday. Moscow, Nauka. 1979. 312 p.
5. Kharitonova A. The role of logical operations in the formation of scientific concepts Uchebnyi experiment w obrazovanii. No. 1. 2013. Pp. 29–37.
6. Kormilitsyna T. V. Modeling of physical processes in specialized software tools Uchebnyi experiment w obrazovanii. 2012. No. 2. Pp. 84–89.

7. Kormilitsyna T. V. Simulation models for educational experiments. Uchebnyi experiment w obrazovanii. 2011. No. 2. Pp. 44–49.

УДК 628.9

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММ ОПТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ИССЛЕДОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

И. И. Байнева

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
имени Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. Рассматриваются функциональные возможности существующего программного обеспечения для моделирования, анализа и оптимизации работы осветительных систем и оптических элементов, с помощью которого этап их проектирования может быть полностью автоматизирован.

Ключевые слова: световой прибор, моделирование, проектирование, программное обеспечение, оптическая система, автоматизация.

THE BASIC FUNCTIONALITY OF THE OPTICAL MODELING SOFTWARE AND THEIR USE IN DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE ELEMENTS LIGHTING SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

I. I. Bayneva

Abstract. The functional abilities of the existed software for the modeling, analysis and optimization of the optical systems operation are considered. The article deals with the problem of the optical system design automation.

Keywords: light device, modeling, design, software, optical system, automation.

Проектирование и производство современных оптических систем требует моделирования сложных физических явлений. Модели распространения света в оптических элементах являются частью систем оптического моделирования. Такие системы обеспечивают сквозное моделирование, то есть распространение света от источников до приемников излучения.

Проектирование современных оптических систем, таких как зеркально-линзовые осветительные системы, осветительные системы жидкокристаллических дисплеев, многолинзовые объективы, светодиоды и т. п., требует применения физически аккуратных и эффективных моделей распространения света в данных устройствах. Однако использование такого рода моделей рас-

пространения света является необходимым, но не достаточным условием эффективного проектирования. Достаточным условием является наглядное представление данных, получаемых в процессе оптического моделирования.

В области оптики и оптического приборостроения используются специализированные САЕ-системы (системы инженерного анализа), каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу [1; 2]. Среди них – несколько десятков универсальных пакетов программ для проектирования оптических систем различного назначения и ряд систем, предназначенных для проектирования специализированных систем.

Существует множество вариантов моделирования неизображающих оптических систем, однако, удобнее использовать математическое и компьютерное моделирование.

К математическим моделям оптической системы можно отнести модели геометрической оптики, которая является основой моделирования прохождения светового луча, а оптический анализ используется для расчета траектории движения лучей. Построение и исследование моделей облегчает изучение имеющихся в реальном устройстве свойств и закономерностей и часто экономит средства на производство прототипа. Разрабатывается данная модель с целью изучения заданных свойств и улучшения характеристик оптической системы.

Любая модель оптической системы должна обладать следующими свойствами:

- адекватность – соответствие модели оптической системы исходной реальной системе с учетом параметров и технических характеристик;
- точность – степень совпадения полученных в процессе моделирования оптической системы результатов с заранее установленными, желаемыми;
- универсальность – применимость модели оптической системы к анализу ряда однотипных систем в одной или нескольких различных задачах проектирования.

Моделирование источника света является составной частью моделирования осветительной системы. В современных пакетах программ, предназначенных для расчета неизображающей оптики, для моделирования источников излучения есть несколько способов.

Первый способ – использование простых встроенных моделей источников и конструирование на их основе более сложных источников света. В качестве встроенных моделей могут рассматриваться отдельный луч, точечный источник, ламбертовский плоский излучатель, светящаяся спираль. На основе модели плоского излучателя можно сконструировать практически любую модель, то есть задать сложный источник света путем поэлементного моделирования его частей, влияющих на ход лучей. При конструировании сложных источников этот способ достаточно трудоемкий, т. к. необходима информация о таком источнике (конструктивные параметры системы), которую не всегда имеется возможность получить.

Поэтому часто применяется другой способ – моделирование с помощью файла, в котором уже содержится информация об излучении на выходе источника света. Крупные производители оптических осветительных систем очень часто создают модели в формате, поддерживаемом программами расчета освещенности и оптики, которые можно получить на сайтах производителя. Например, модели светодиодов Osram и Cree доступны в соответствующих форматах для программ Zemax, TracePro, LightTools и др.

Очевидно использование на практике различных программных комплексов для автоматизации процесса проектирования осветительных приборов и систем [3; 4]. В качестве инструментальных средств расчёта и разработки оптических систем могут быть использованы программы, наиболее распространенными из которых являются Zemax, Light Tools, ASAP, TracePro, OSLO. Эти системы обеспечивают сквозное моделирование, то есть распространение света от источников до приемников излучения.

Наиболее популярна среди разработчиков программа Zemax. Ее особенностью является то, что в ней совмещены алгоритмы и средства анализа последовательного и непоследовательного расчета лучей. Zemax содержит огромную базу данных по характеристикам различных видов стекол, способна рассчитать сложнейшую конструкцию из систем линз, зеркал, дифракционных решеток, интерференционных и абсорбционных светофильтров и прочих элементов.

Разработчикам оптических систем хорошо известна программа LightTools с полным набором возможностей для проектирования осветительных систем, основанная на трехмерной твердотельной графике. Она позволяет построить модель осветительной системы с источником света и составляющими его оптическими и механическими деталями. При расчете лучей во внимание принимаются все возможные преобразования света (преломление, отражение, полное внутреннее отражение, рассеяние, дифракция и другие). Для анализа освещенности в Light Tools существует два подхода: прямая трассировка лучей, которая моделирует распространение света через модель, и обратная трассировка лучей, которая показывает источник освещенности с точки приемника (в обратном ходе).

TracePro – бюджетная универсальная программа для расчета лучей при проектировании осветительных и неизображающих оптических систем, а также для проведения фотометрического анализа. В этой программе предлагается трехмерная твердотельная визуализация, широкие возможности для анализа оптических параметров, средства для обмена данными с САД-системами. В программе имеется возможность моделирования оптических процессов на базе оптико-механических моделей, созданных в SolidWorks, КОМПАС, что существенно снижает затраты для разработчика.

При моделировании оптических элементов осветительных систем достаточно часто возникает необходимость работы со светорассеивающими микроструктурами (набор геометрических элементов, нанесенных на поверхность оптической системы). Возможность моделирования тел с объемным

рассеиванием присутствует в большинстве программ оптического моделирования, где в качестве моделей рассеивания используются эмпирические модели.

Так, в Zemax есть большой каталог различных прозрачных материалов, для которых все оптические свойства уже определены и не требуют дополнительного задания. TracePro и LightTools имеют специальные средства моделирования рассеивания света на микрочастицах. Как правило, такие рассеивающие микрообъекты называются трехмерными текстурами и позволяют использовать различные типы упаковок микроэлементов (регулярные или нерегулярные). Регулярные микроструктуры полностью определяют рельеф поверхности и представляют собой ряд микрогеометрических элементов, распределенных по некоторому закону на поверхности оптической системы.

Светодиоды на сегодняшний день являются, пожалуй, самыми перспективными источниками света, а благодаря своей уникальности они вытесняют из многих сфер применения не только лампы накаливания, но и еще достаточно молодые люминесцентные лампы.

Разработка светотехнического изделия начинается с создания модели, которая должна как можно более точно соответствовать параметрам будущего изделия. Для этого необходимо разработать 3D-модель, создать базу данных оптических свойств применяемых материалов и покрытий. Как было отмечено, программный комплекс TracePro позволяет создавать трехмерные модели оптико-механических систем и проводить анализ распределения освещенности, учитывая рассеяние, отражение, поглощение и дифракцию света. Эта программа осуществляет трассировку лучей методом Монте-Карло, поддерживает экспорт/импорт во все известные 3D-форматы и импорт из Zemax, CodeV, Oslo, совместима с широко распространенными CAD-системами.

В TracePro есть возможность задания оптических свойств материалов и покрытий поверхностей объекта. Это облегчает разработку, так как позволяет использовать для оптической модели детали оптические свойства материала и присваивать отдельным ее поверхностям оптические свойства покрытий, не создавая при этом отдельных объектов. Для создания модели применяемого источника света в соответствии с реальными размерами, распределением светового потока, спектральными характеристиками излучаемого им света в TracePro имеется такая возможность в интерактивном режиме.

Концепция исходного файла обеспечивает возможность использования полученного распределения источника света или скачанного с сайта TracePro. Также можно осуществлять трассировку с помощью ранее полученных данных, создать источник из других теоретических или измеренных данных в другом приложении, использовать полученные лучи в качестве источника в другой модели.

Так, в качестве примера для моделирования светодиода Siemens LWT676 были использованы размеры трехмерной модели с сайта производителя и выходные данные в соответствии с фотометрической кривой.

Процесс построения модели состоит из следующих этапов.

1. Построение корпуса светодиода (либо светодиодов в составе светодиодного модуля) (рис. 1). Для этого его можно построить самостоятельно, либо использовать модель, созданную в других системах (например, в SolidWorks) или воспользоваться готовыми файлами, предоставляемыми разработчиками.

2. Определение оптических свойств.

3. Задание характеристик светодиода (рис. 2).

4. Задание параметров трассировки лучей (рис. 3).

5. Выбор опции построения кривых светораспределения для получения кривой сила света (рис. 4–5).

6. При необходимости – интеграция полученной модели в корпус модели отражателя и анализ этой системы (рис. 6).

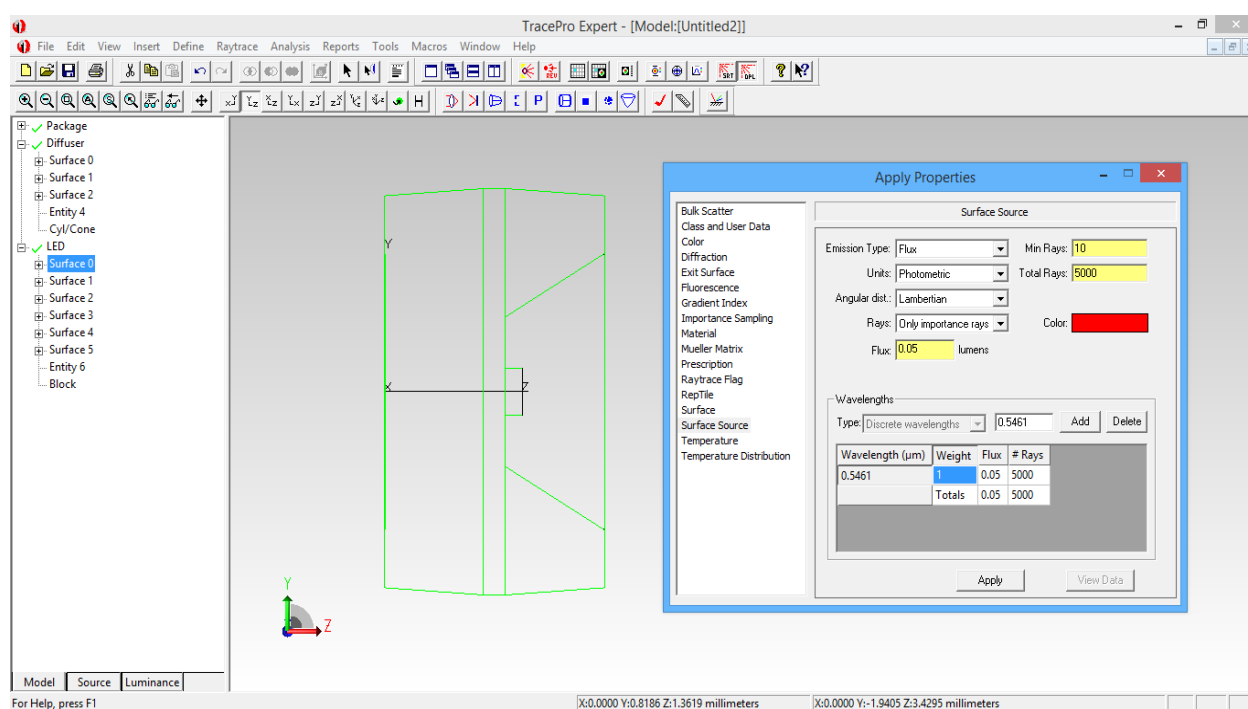


Рис. 1. Построение корпуса светодиода и задание его оптических свойств

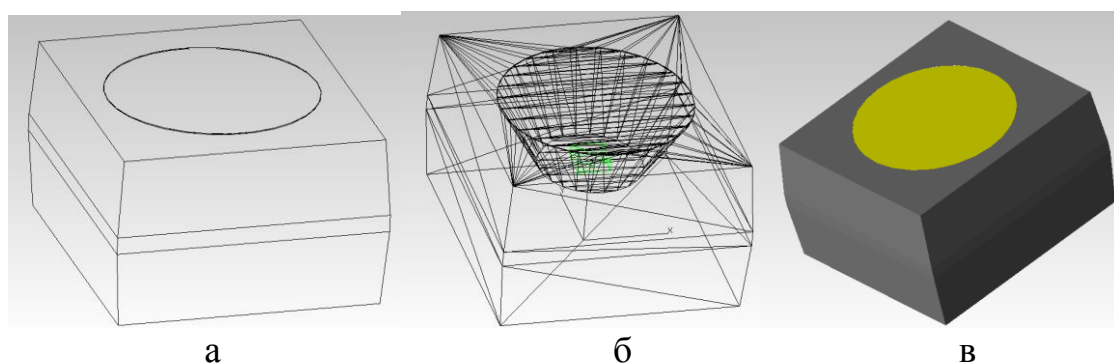


Рис. 2. Изображение модели светодиода в режимах Silhouettes (а), Wireframe (б), Render (в)

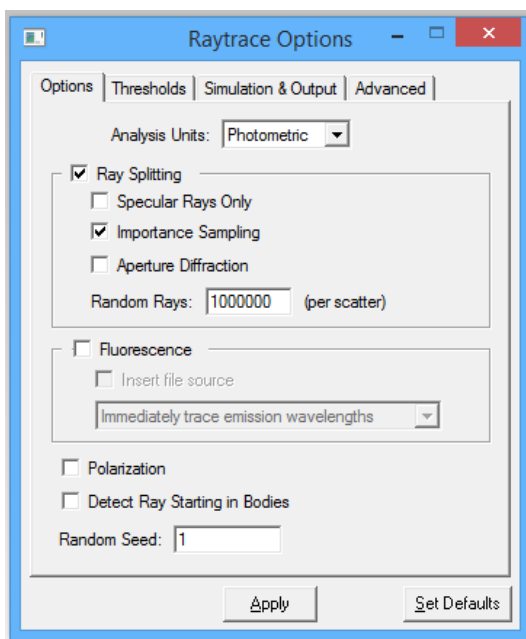


Рис. 3. Задание параметров трассировки лучей

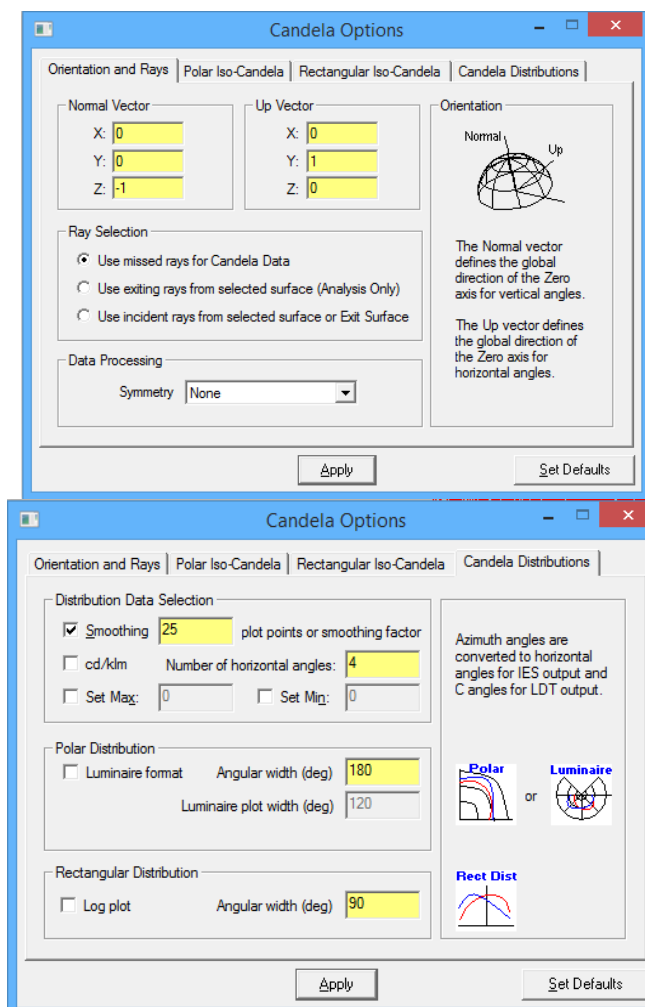


Рис. 4. Выбор опций построения кривых светораспределения

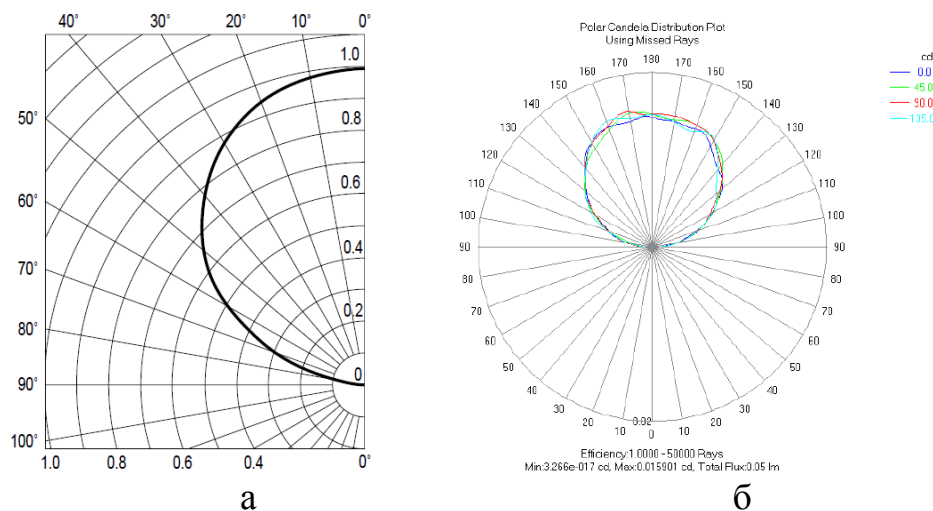


Рис. 5. Кривые силы света реального (а) и смоделированного (б) светодиода

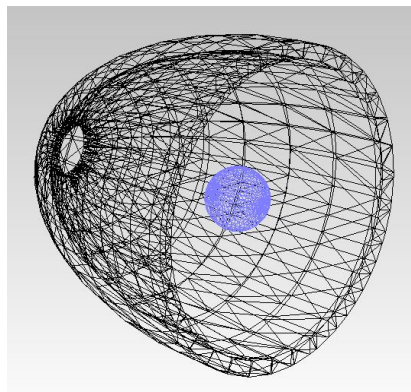


Рис. 6. Каркасная модель отражателя с источником

На светотехническом факультете в рамках основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки 210100.68 – Электроника и нанoeлектроника (магистратура) по профилю подготовки «Теоретическая и прикладная светотехника» ведется преподавание дисциплины «Компьютерное проектирование и конструирование осветительных приборов». Ее трудоёмкость составляет 3 зачётных единицы (108 часов), из которых 36 часов занимают лабораторные занятия. Дисциплина охватывает круг вопросов, связанных с формированием знаний в области конструирования типовых узлов и элементов осветительных приборов, световых приборов различного исполнения и назначения, теории и основ расчёта и конструирования осветительных приборов, в том числе с использованием современного программного обеспечения.

На лабораторных занятиях магистры выполняют лабораторные работы по конструированию оптической и конструкционной частей световых приборов в системах автоматизированного проектирования КОМПАС и SolidWorks. Также моделируют оптические элементы осветительных систем (например, светодиодов и светодиодных модулей (рис. 7–8) с различными оптическими свойствами) в программном комплексе TracePro. Это способ-

ствуует получению ценного опыта работы с современными программными продуктами и позволяет применить полученные знания при осуществлении исследовательской работы и работе над магистерской диссертацией.

Таким образом, при исследовании и разработке осветительных систем целесообразно использовать современное программное обеспечение с оптимальными функциональными свойствами и возможностями интеграции с другими автоматизированными системами. Немаловажным аспектом является применение такого комплекса программ для получения практических навыков моделирования осветительных систем при обучении магистров.

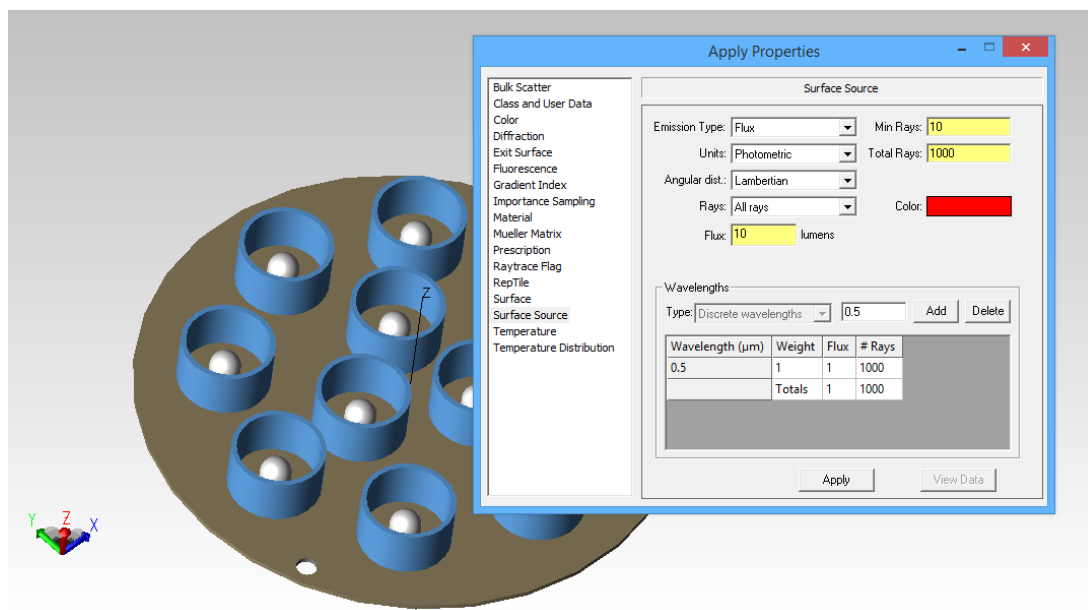


Рис. 7. Моделирование светодиодного модуля прожектора

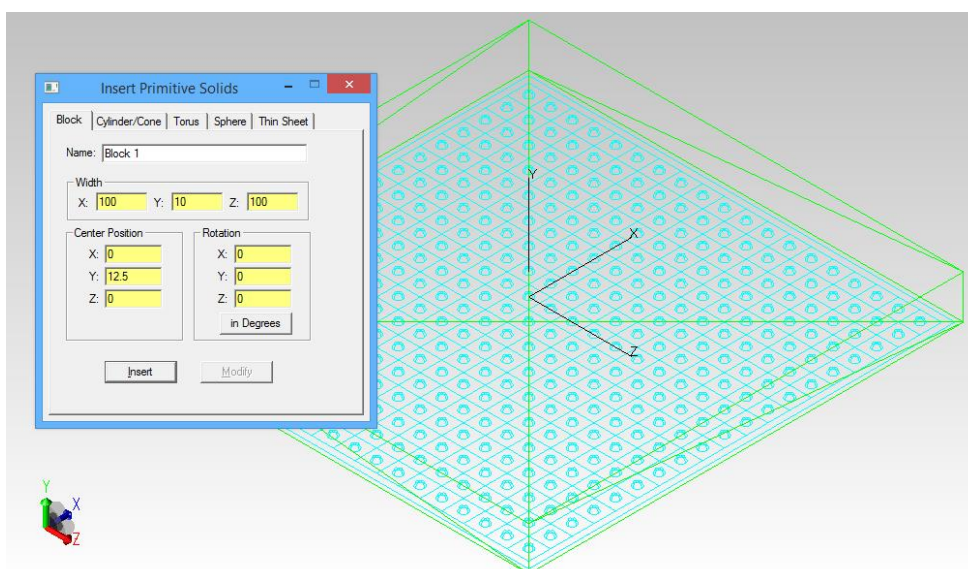


Рис. 8. Моделирование светодиодного модуля ультратонкого встраиваемого светильника

Список использованных источников

1. Байнева, И. И. Оценка эффективности и надежности светодиодных источников света и приборов / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Фотоника. – 2011. – № 3. – С. 66–68.
2. Байнева, И. И. Программная модель для оценки эффективности и надежности светодиодных источников света и приборов / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Полупроводниковая светотехника. – 2011. – Т. 3. – № 11. – С. 40–42.
3. Bayneva I. I. Concerns Of Design Of The Energy-Efficient Fixtures // International Journal of Applied Engineering Research. Vol.10, Number 3 (2015), pp. 6479–6487.
4. Байнева, И. И. Автоматизация процесса проектирования световых приборов / И. И. Байнева, В. В. Байнев // Автоматизация и современные технологии. – 2014. – № 2. – С. 3–9.

References

1. Bayneva I. I., Baynev V. V. Estimation of efficiency and reliability of led light sources and devices. Photonics. 2011. No. 3. Pp. 66–68.
2. Bayneva I. I., Baynev V. V. Programming model to assess the efficiency and reliability of led light sources and Semiconductor lighting devices. 2011. V. 3. No. 11. Pp. 40–42.
3. Bayneva I. I. Concerns Of Design Of The Energy-Efficient Fixtures // International Journal of Applied Engineering Research. Vol.10, Number 3 (2015), pp. 6479–6487.
4. Bayneva I. I., Baynev V. V. automation of the design process of lighting devices. Automation and modern technology. 2014, no. 2. Pp. 3–9.

УДК 378:61

ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕД

Т. В. Кормилицына

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева» г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. Предлагается возможность изучения основных операторов для реализации базовых алгоритмических структур на примере входного языка системы компьютерной математики. В силу универсальности синтаксиса основных операторов можно формировать алгоритмическую культуру в свободно распространяемых программных средах.

Ключевые слова: алгоритм, алгоритмическая культура, программные среды, языки программирования, базовые алгоритмические структуры.

THE FORMATION OF ALGORITHMIC CULTURE IN THE STUDY OF SPECIALIZED PROGRAMS

T. V. Kormilitsyna

Abstract. Offers the possibility of studying the main operators for the implementation of the basic algorithmic structure example of an input language of a computer algebra system. In the universality of basic syntax operators you can generate algorithmic culture in freely distributed software environments.

Keywords: algorithm, algorithmic culture, programming environments, programming languages, basic algorithmic structures.

За последние двадцать лет изменилось место и роль персональных компьютеров и информационных технологий в общественной жизни. Человек, эффективно владеющий технологиями и информацией, имеет, новый стиль мышления, принципиально иначе подходит к оценке возникшей проблемы, к организации своей деятельности. Как показывает практика, без новых информационных технологий уже невозможно представить современную школу.

Изучение специализированных математических систем на уроках информатики в школе необходимо для общего представления картины о различных классах и средах программирования, об универсальности основных операторов (операторов присваивания, условных операторов, операторов цикла) и как способ при подготовке к выбору будущей профессиональной деятельности [4; 5].

Курс программирования в средней школе изучается в недостаточной степени. Одной из главных проблем в преподавании информатики является малое количество учебного времени, отводимое на изучении тем «Логика», «Системы счисления», «Программирование». Анализ заданий ЕГЭ по информатике и ИКТ показывает, большая часть заданий ориентирована на знания именно этих тем. Недостаточное изучение проблемных тем лишает учеников возможности качественно пройти итоговую аттестацию в форме ЕГЭ, поэтому изучение операторов программирования в любых инструментальных средах может способствовать более качественному усвоению основных знаний о программировании. Проблема использования свободного программного обеспечения в школе имеет перспективы для положительного разрешения, так как практически многие специализированные программные средства снабжены достаточно простым входным языком программирования, что позволяет использовать их для более прочного обучения программированию и формирования общей алгоритмической культуры.

Преподавание информатики в школах нашей страны фактически началось с преподавания программирования. В то время даже был провозглашен лозунг: «Программирование – это вторая грамотность». Заметим, что компьютеры в школах тогда практически отсутствовали. А та техника, которой оснащались школы в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века,

практическую составляющую курса информатики все равно невольно сводила к программированию.

Одновременно с революционным развитием аппаратного и программного обеспечения и оснащением современной компьютерной техникой учебных заведений курс информатики претерпел существенные изменения. Наиболее яркая характеристика такого изменения – вымывание программирования из школьного курса информатики. Основное внимание в большинстве школ стало уделяться освоению современных информационных технологий. Эти тенденции отражены и в новом «Стандарте по информатике», в котором собственно обучению программированию отводится очень мало времени.

Многие проблемы в преподавании информатики связаны с нечётким целеполаганием. Основной целью изучения образовательной области «Информатика» считается подготовка школьников к практической деятельности, а развитие мышления и формирование основ научного мировоззрения как бы отступают на второй план. Изучение программирования позволяет внести свой вклад в достижение этих целей. В первую очередь следует рассматривать программирование как средство развития мышления школьника. Профессиональной подготовкой занимаются специализированные учреждения. Поэтому лучше сразу отказаться от невыполнимой задачи: изучить язык программирования, каким бы простым он не был. Знание языка как и владение любым другим инструментом само по себе ничего не даёт, куда важнее умение им пользоваться, а на это, как правило, времени и не остаётся (причём, это общая проблема школьного образования). Только при самостоятельном решении задач можно говорить о развитии у школьников способности принятия решения и ответственности за его последствия.

Линия алгоритмизации программирования реализуется в школьном курсе в недостаточном объеме. Основной задачей курса программирования в школьной программе является развитие алгоритмического мышления. На сегодняшний день имеется немало средств для решения этой проблемы. Отличным способом для развития алгоритмического мышления школьников является применение на уроках информатики различных специализированных математических систем (Maxima и Scilab) [2; 3]. Изучение специализированных математических систем на уроках информатики в школе необходимо для общего представления картины о различных классах и средах программирования, об универсальности основных операторов (операторов присваивания, условных операторов, операторов цикла) и как способ при подготовке к выбору будущей профессиональной деятельности.

Согласно ФГОС второго поколения большое значение уделяется формированию универсальных учебных действий (УУД). УУД могут быть сформированы на основании использования технологий, методов и приемов организации учебной деятельности, в том числе и по программированию.

Обучение программированию, как неотъемлемой части информатики, является хорошей основой для формирования четырех основных видов УУД: *личностных, регулятивных, познавательных и коммуникативных* [1].

В формировании *личностных УУД* на уроках программирования особое место занимает профессиональное самоопределение учащихся.

Важнейшим *регулятивным УУД*, которое возможно развить, обучая программированию, является самоэффективность – «убеждение личности в способности успешно реализовать поведение, необходимое для достижения ожидаемых результатов» [1]. К примеру, предложив учащимся решить заведомо трудную задачу на составление алгоритма со сложной структурой, можно мотивировать их поверить в собственные возможности, тем самым повысить уровень и увеличить силу самоэффективности.

Для формирования *коммуникативных УУД* учащиеся могут вступать в дискуссии и обсуждать различные точки зрения на способы достижения необходимых результатов при работе алгоритмов. При этом учащимся будут решаться «коммуникативные речевые задачи» [1] – объяснение принципа работы готового алгоритма и доказательство правильности его работы.

В качестве эксперимента по обучению программированию в специализированных средах можно предложить элективный курс «Программирование в специализированных математических системах», который необходим для общего представления картины о различных классах и средах программирования, об универсальности основных операторов (операторов присваивания, условных операторов, операторов цикла) и как способ при подготовке к выбору будущей профессиональной деятельности.

Курс служит средством внутрипрофильной специализации в области новых информационных технологий, что способствует созданию дополнительных условий для построения индивидуальных образовательных траекторий учащихся технологического профиля.

Планируемые результаты курса. Требования к знаниям и умениям учащихся после прохождения курса

Учащиеся должны знать:

- назначение, возможности, виды математических программ;
- графический интерфейс wxMaxima системы Maxima;
- особенности работы с программой Maxima и Scilab, синтаксис языка систем;
- синтаксис операторов ветвление и цикл в системах;
- детали процесса исполнения каждого из операторов.

Учащиеся должны уметь:

- работать с числовыми выражениями в системах Maxima и Scilab;
- строить графики функций в системах Maxima и Scilab;
- решать задачи с использованием оператора ветвление;
- решать задачи с использованием оператора цикл;
- описывать словесно работу каждого из рассмотренных операторов.

Учащиеся должны владеть:

- Навыками реализации оператора ветвления в Maxima и Scilab;
- Навыками реализации оператора цикла в Maxima и Scilab;
- Навыками построения графиков функций в системах.

В качестве примера программы на входном языке системы Maxima – на рис. 1 представлен листинг разветвляющейся программы.

```
(%i1) f(x):=x^3;
(%o1) f(x):=x^3
(%i2) g(x):=if x<0 then x else 2+x^2;
(%o2) g(x):=if x<0 then x else 2+x^2
```

Рис. 1. Листинг разветвляющейся программы на языке системы Maxima

При проведении занятий курса может быть использована занимательность – например, итоговое занятие можно провести в виде блиц-турнира. В качестве заданий можно использовать вопросы, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Тематические вопросы

<i>Алгоритмизация и программирование</i>	<i>Программирование в специальных математических системах</i>
<p>1.Что такое алгоритм? (<i>Это четкая и строгая последовательность действий (команд), описывающая какой-либо процесс.</i>)</p> <p>2.Основные алгоритмические конструкции? (<i>Линейные, ветвление, выбор, цикл.</i>)</p> <p>3.Назовите несколько языков программирования? (<i>Паскаль, Бейсик, Фортран, Алгол, Си и т.д.</i>)</p> <p>4.Что рассматривает объектно-ориентированное программирование? (<i>Объекты, их классы, свойства, методы.</i>)</p>	<p>1.Главное командное слово оператора цикла? (<i>For</i>)</p> <p>2.Главное командное слово оператора ветвления? (<i>If</i>)</p> <p>3. Какой символ содержит оператор присваивания. (<i>:=, =</i>)</p> <p>4.Чем похожи правила набора команд в Maxima и Scilab? (<i>заканчиваются символом ;</i>)</p>
<p><i>Программирование в Maxima</i></p> <p>1.Пример самой короткой программы в Maxima (<i>x:=5</i>)</p> <p>2.Вставьте пропущенное слово ...<i>x>5 then x:=0 (if)</i></p> <p>3. Как обозначаются комментарии в Maxima? (<i>Комментарий начинается символами /*, а заканчивается */</i>)</p> <p>4.Как обозначается оператор присваивания в Maxima? (<i>:=</i>)</p>	<p><i>Программирование Scilab</i></p> <p>1.Пример самой короткой программы в Scilab (<i>x=5</i>)</p> <p>2.Вставьте пропущенное слово ... <i>i: i1 step i2 unl (for)</i></p> <p>3. Как обозначаются комментарии в Scilab? (<i>двойной слеш перед комментарием</i>)</p> <p>4.Как обозначается оператор присваивания в Scilab? (<i>=</i>)</p>

Рассмотрение языка программирования в любой среде, тем более доступной для изучения вне школы (среда VISUAL Basic является коммерческой и не может бесплатно использоваться учениками на личных компьютерах, в отличие от свободно распространяемых сред) на наш взгляд может повысить эффективность изучения вопросов программирования в средней школе.

Список использованных источников

1. Жиркова, В. С. Методы и приемы формирования коммуникативных универсальных учебных действий на уроках информатики / В. С. Жиркова // Молодой ученый. – 2014. – № 6. – С. 88–91.
2. Система компьютерной алгебры Maxima [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maxima.sourceforge.net>.
3. Сайт разработчиков системы Scilab [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.scilab.org.
4. Кормилицына Т. В. Подготовка бакалавров педагогического направления к профессиональной деятельности в смарт-обществе / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 3 (71). – С. 20–27.
5. Кормилицына Т. В. Опыт использования свободного программного обеспечения при изучении информатики в вузе / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2013. – № 2. – С. 31–35.

References

1. Zhirkova V. S. Methods and techniques of forming communicative universal educational actions in teaching computer science. Young scientist. 2014. No. 6. Pp. 88–91.
2. Computer algebra system Maxima [Electronic resource]. Mode to access: <http://maxima.sourceforge.net>.
3. The site of the developers of Scilab [Electronic resource]. – Access mode : www.scilab.org.
4. Kormilitsyna T. V. Training of bachelors of pedagogical direction to professional activities in a smart society. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2014. No 3 (71). Pp. 20–27.
5. Kormilitsyna T. V. Experience of using free software when you study the inclusion of Informatics in the University. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2013. No. 2. Pp. 31–35.

УДК 378.1

**РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБИНАРОВ**

Н. В. Вознесенская

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена актуальным вопросам организации и проведения вебинаров в вузе. Представлен подход, при котором вебинар рассматривается как эффективная интерактивная форма проведения учебных занятий. Приведены примеры современных платформ для проведения вебинаров.

Ключевые слова: дистанционные образовательные технологии, вебинар, интерактивные технологии.

REALIZATION OF REMOTE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES USING WEBINARS

Voznesenskaya Natalia

Abstract. The article is devoted to topical issues of organizing and conducting webinars in high school. An approach in which the webinar is viewed as an effective form of interactive training sessions. Examples of advanced platforms for conducting webinars.

Keywords: distance education technology, webinar, an interactive technology.

Создание системы открытого образования, обеспечивающей доступ к образовательным ресурсам на базе дистанционных образовательных технологий – одна из приоритетных задач системы образования на сегодняшний день. Перспективным направлением в этой области является широкое использование вебинаров.

Термин «webinar» используется с 1998 года, когда его зарегистрировал в качестве своей торговой марки предприниматель из США Eric R. Korb.

Вебинар» (от англ. «webinar», сокр. от «web-based seminar», «web» – сеть и «семинар».) – семинар, организованный при помощи Интернет-технологий в режиме прямой трансляции (on-line) на котором один или несколько ведущих могут проводить лекцию, тренинг, презентацию или совещание для группы от двух до нескольких тысяч участников.

Еще не так давно вебинары были имиджевым атрибутом крупных компаний. Сегодня все большее число вузов, широко применяющих дистанционные образовательные технологии переходят на проведение семинаров в форме вебинаров по программам основного и дополнительного образования, повышения квалификации. Вебинары незаменимы для проведения занятий со студентами с ограниченными возможностями здоровья.

Возможность показа различных учебных материалов во время вебинара помогает сделать процесс обучения разнообразным и максимально эффективным. Демонстрация учебных материалов, графиков и рисунков во время вебинара позволяет визуализировать аудиоинформацию для акцентирования внимания и закрепления материала. К вебинару можно подключиться в любой момент проведения вебинара. К тому же, если по каким-либо причинам слушатель не смог подключиться к вебинару во время его проведения, то всегда можно скачать его аудио или видео запись.

На сегодняшний день существует множество платформ для проведения вебинаров. Основной набор функций, которые можно ожидать от сервисов для проведения веб-конференций – возможность загружать и демонстрировать файлы в формате PowerPoint, pdf, медиа-файлы, делать запись вебинара, работать в чате и на интерактивной доске, проводить опросы. Все это позволяет приблизить вебинары к традиционным семинарам в вузе, обеспечить интерактивное взаимодействие между аудиторией слушателей и преподавателем, организовать последовательное изложение материала преподавателем,

заслушать доклады участников, просмотреть презентации, выполнить демонстрации, инициировать обсуждение, голосование и опросы.

К профессиональным платформам можно отнести Adobe Connect, Saba, Cisco WebEx, и Clickmeeting; к платформам среднего уровня – FuzeBox, Yugma, GoToMeeting, Blackboard, Webinar.ru и Mirapolis Virtual Room; к открытым и низкобюджетным платформам – Meetcheap, Vuеw Big Blue Button. Профессиональные платформы превосходят остальные, потому что подразумевают гораздо большее число участников, предлагают максимально эффективное использование загруженных файлов и нацелены на интеграцию с работой компаний и организаций [1]. Каждый из этих трех сервисов предлагает, как загружаемое программное обеспечение, так и работу в браузере. Участники могут общаться с помощью VoIP (голосовое сообщение через Интернет). Организаторам вебинаров предоставляется возможность производить автоматическую рассылку приглашений, опросы участников, интеграцию с почтовыми клиентами.

Организацию и проведение вебинара можно разбить на три этапа.

Первый этап включает рекламную кампанию, организацию регистрации на вебинар, проведение тестового вебинара, подготовку аудитории, презентации и сценария вебинара.

Перед вебинаром необходимо изложить его основные пункты, объяснить полезность данной встречи для целевой аудитории. Обязательно указать время начала, продолжительность и имена ведущих вебинара. Желательно представить резюме, однозначно подтверждающее, что автор программы – эксперт в своей области. В резюме потребитель образовательной услуги хотя бы должен видеть, как правило, описание трудового пути автора как основы его профессионального практического опыта, достижений, конкретных результатов преподавателя. Необходимо сфокусироваться на фактах. Рекомендуемый объем резюме – не более двух-трех абзацев.

Название играет крайне важную роль в успехе процесса формирования контингента слушателей на программу. Очевидно, что название должно отражать проблематику семинара, актуальную для целевой аудитории. Цели вебинара должны быть однозначно ориентированы на ожидания целевой аудитории, а не отражать только видение автора. Цели – это обобщенное описание планируемых результатов обучения, т.е. набора знаний, навыков, умений, операций, способов социального поведения и др., которыми по итогам обучения должен обладать слушатель. Целесообразно кратко перечислить основные тематические разделы вебинара.

В зависимости от целевой аудитории, приглашения на вебинар рекомендуется рассылать за 1 неделю, также следует провести напоминание за 1 день и за 1 час до начала встречи. Практика показывает, что чем ближе к началу вебинара произошла регистрация пользователя, тем больше вероятность его участия.

Есть ряд способов для привлечения участников на вебинар. Ниже приведены основные из них: собственный лист рассылки; личные приглашения;

приглашение по базе данных другой организации; собственный вебсайт; телемаркетинг; социальные сети (публикация анонсов в собственных сообществах или тематических сообществах, посвященных вебинарам); реклама в поисковых системах (Яндекс, Google).

Оптимальный вариант продолжительности вебинара – 45 минут. В течение данного времени достаточно эффективно можно удерживать внимание аудитории. После доклада еще около 15 минут можно выделить для ответов на вопросы участников. Хотя в последнее время наметилась тенденция на увеличение длительности. При длительном вебинаре, обязательно следует делать 5 – 10 мин. перерыв каждые 40 – 60 минут, каждые 10 – 15 минут делать остановку для ответов на вопросы. Такие сессии вопросов-ответов как правило чередуются с презентациями. При необходимости можно заранее отправить слушателям раздаточные материалы для ознакомления и экономии времени на вебинаре.

Второй этап – непосредственно сам вебинар. Как показывает практика, людям свойственно опаздывать на вебинары. Поэтому в течение первых 5-7 минут нет смысла начинать основную тему встречи. Лучше провести проверку связи с участниками с помощью чата, поговорить на отвлеченные темы или прорекламировать будущие вебинары, компанию или новые продукты. Во время вебинара большинство пользователей задает вопросы в чате. Чат можно оставить открытым для всех участников или сделать видимым только для ведущего (это зависит от специфики вебинара).

Успех вебинара, в первую очередь, зависит от изложения материала и формы его представления. Как и при очном семинаре аудитории интересно слушать рассказ, а не чтение докладчика. Одним из способов удержания интереса к вебинару и внимания слушателей является их активное участие в обсуждении темы. Очень важно задавать участникам вопросы и инициировать обсуждение главной темы. Тем самым концентрируется внимание слушателей.

Вебинару присущ такой признак семинара, как интерактивность: тьютор читает лекцию, слушатели задают вопросы, а тьютор отвечает на них. Таким образом, несмотря на физическое удаление участников образовательного процесса, образуется виртуальная аудитория, объединяющая всех.

Если преподаватель впервые проводит вебинар, вполне возможно, что он не решится на дополнительное двустороннее общение и ограничится обычной трансляцией информации в режиме видеоконференции. Если же преподаватель готов общаться с аудиторией, то, как правило, он обязательно планирует работу на вебинаре таким образом, чтобы оставалось время на общение со студентами. Целесообразно осуществлять подготовку будущих педагогов к проведению вебинаров как эффективной дистанционной образовательной технологии еще в вузе [2].

Если участников вебинара много, а в ходе проведения предлагаются вопросы и задания, то процесс знакомства преподавателя с результатами и обсуждение каждого из них может затянуться. Поэтому по количеству заре-

гистрировавшихся студентов необходимо определить, будет ли взаимодействие, или вебинар пройдет в режиме веб-конференции. Слушатели вебинара, как правило, могут задавать вопросы (устно или письменно). Преподаватель также видит список всех участников и может обратиться с вопросом ко всем сразу или к любому из них. При такой организации вебинара, как отмечают исследователи, обучающиеся в среднем усваивают материал на том же уровне, что и слушатели в традиционной аудитории.

В отличие от очных встреч, у ведущего вебинаров меньше возможностей оказывать влияние на его участников, поскольку с помощью вебкамеры нелегко установить невербальный контакт. Остается голосовое и визуальное сопровождение презентации на экране, поэтому в презентациях для вебинаров можно использовать больше визуальной информации, чем при традиционных мероприятиях.

Третий этап – завершение вебинара и подведение итогов. После завершения доклада можно ответить на накопившиеся вопросы или инициировать обсуждение главной темы вебинара. При отсутствии вопросов можно поднять наиболее актуальные темы, раскрыть вопросы, которые задавались на предыдущих вебинарах. Главное, чтобы был задан первый вопрос, и началось обсуждение темы.

Расчет эффективности вебинара предполагает использование различных методов оценки эффективности вебинаров. Это позволит правильно определять целевую аудиторию, работать над ошибками. Методы оценки могут быть те же, что и для традиционных презентаций и тренингов.

Таким образом, вебинары являются инструментом, существенно расширяющим аудиторию, потенциально заинтересованную в ознакомлении с образовательными программами конкретного преподавателя. Для студентов и других слушателей эта технология создает значительные преимущества по экономии времени и других ресурсов, поскольку позволяет включаться в интерактивный образовательный процесс в удобное для себя время и в удобном месте.

Список использованных источников

1. Вознесенская, Н. В. Формирование единой информационно-образовательной среды школы и вуза / Н. В. Вознесенская // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 2. – С. 18–22.
2. Кормилицына, Т. В. Подготовка бакалавров педагогического направления к профессиональной деятельности в смарт-обществе / Т. В. Кормилицына // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 3. – С. 20–27.

References

1. Voznesenskaya N. V. Formation of a unified educational environment of the school and university. *Uchebnyi experiment w obrazovanii*, 2014. no 2. Pp. 18–22.
2. Kormilitsyna T. V. Training bachelor pedagogical directions for professional work in smart society. *Uchebnyi experiment w obrazovanii*. , 2014. no 3. Pp. 20–27.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.7(045)

ВОЛНЫ НА ЗАРЯЖЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СТОЛБА ЖИДКОСТИ

Н. А. Лемясева

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт
имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. В статье сформулирована и исследована математическая модель распространения и неустойчивости волн на заряженной поверхности цилиндрического столба электропроводной жидкости бесконечной длины, окружающей коаксиально расположенное, бесконечное пористое ядро. Найденны условия, при которых возмущения жидкого столба становятся неустойчивыми и приводят к его распаду на цепочку из соединенных капель. Показано, что длина этих капель уменьшается с возрастанием электрического поля.

Ключевые слова: математическая модель, краевая задача, волны на заряженной поверхности цилиндрического столба жидкости.

WAVES ON THE CHARGED SURFACE CYLINDRICAL LIQUID COLUMN

N. A. Lemyaseva

Abstract. In article is formulated and investigated mathematical model of instability and waves on the charged surface of a cylindrical column of electrically conducting fluid of infinite length surrounding the coaxial infinite porous core. The conditions under which the perturbations of the liquid column becomes unstable and lead to its disintegration into a chain of connected drops. It is shown that the length of the droplet decreases with increasing electric field.

Keywords: mathematical model, boundary value problem, waves on the charged surface of the cylindrical liquid column.

1. Математическая модель. Предполагается, что внутри цилиндрического объема электропроводной несжимаемой жидкости находится ядро из пористого материала в форме коаксиально расположенного круглого цилиндра. Влиянием окружающего воздуха на распространение волн пренебрегается. Учитывается наличие поверхностного натяжения. Сила тяжести предполагается отсутствующей. Ось пористого цилиндра совпадает с осью коаксиального цилиндрического конденсатора, к электродам которого приложена разность потенциалов V .

Внутренним электродом конденсатора является поверхность проводящей жидкости. Задача решается в цилиндрической системе координат

(r, θ, z) , в которой жидкий столб покоится. Ось z направлена по оси пористого цилиндра. Радиус пористого цилиндра, невозмущенной поверхности жидкости и внешнего электрода обозначим a, a_0 и b соответственно.

Как известно [6], заряд будет сосредоточен на поверхности электропроводной жидкости. Внутри жидкости и пористой среды напряженность электрического поля $E = 0$ и будет отлична от нуля в промежутке между электродами.

На поверхности проводника выполняется соотношение $E_n = En = 4\pi\sigma$, где n – единичная внешняя нормаль к поверхности, σ – плотность поверхностного заряда. Величины, относящиеся к пористой среде и свободной жидкости, в необходимых случаях обозначаются индексами 1 и 2 соответственно.

Уравнения движения электропроводной жидкости в пористой среде при условии $E = 0$ имеют вид [2]:

$$\frac{\rho}{\Gamma} \frac{\partial u_1}{\partial t} = -\text{grad}p_1 - \frac{\eta}{K} u_1, \text{div}u_1 = 0 \quad (1)$$

Здесь ρ – плотность жидкости; Γ – пористость среды; p_1 – давление; η – вязкость; K – коэффициент проницаемости пористой среды; u_1 – макроскопическая скорость фильтрации, связанная со средней скоростью v_1 жидкости в порах соотношением $u_1 = \Gamma v_1$.

Уравнения движения свободной жидкости при $E = 0$ и в предположении, что амплитуда волны значительно меньше ее длины [7], запишем в линейном приближении в виде:

$$\frac{\rho}{\Gamma} \frac{\partial u_2}{\partial t} = -\text{grad}p_2, \text{div}u_2 = 0 \quad (2)$$

Здесь u_2 – скорость свободной жидкости. Ограничиваемся случаем волн достаточно большой длины λ , существенно превышающей радиус a_0 жидкого столба, с тем, чтобы пренебречь слагаемыми, содержащими Δu_1 и Δu_2 в уравнениях (1) и (2).

Уравнения для электрического поля в воздухе используем в виде [6]:

$$\text{rot} E = 0, \text{div}(\epsilon E) = 0 \quad (3)$$

Здесь $\epsilon = \text{const}$ – диэлектрическая проницаемость.

Из уравнений (1)–(3) следует:

$$u_1 = \nabla\varphi_1, u_2 = \nabla\varphi_2, E = -\nabla\Phi$$

$$\Delta\varphi_1(r, \theta, z, t) = 0, \Delta\varphi_2(r, \theta, z, t) = 0, \Delta\Phi(r, \theta, z, t) = 0 \quad (4)$$

Потенциал Φ запишем в виде:

$$\Phi = \Phi_0(r) + \Phi_w(r, \theta, z, t),$$

где Φ_w – малое возмущение, связанное с волной; Φ_0 – невозмущенный потенциал, который находится из уравнения $\Delta\Phi_0 = 0$ с граничными условиями $\Phi_0(a_0) = V$, $\Phi_0(b) = 0$, и имеет вид:

$$\Phi_0(r) = V \frac{\ln(\frac{r}{b})}{\ln(\frac{a_0}{b})}$$

Справедливы равенства (5):

$$E_0(r) = -\Phi'_0(r), \quad E_0(a_0) = 4\pi\sigma_0 \quad (5)$$

где $E_0(r)$ – невозмущенное поле.

Возмущенное поле записываем в виде:

$$E = E_0 + E_w, \quad \text{где } E_w = -\nabla\Phi_w \text{ и } \Delta\Phi_w = 0.$$

Граничные условия на поверхности пористой среды ($r = a$) имеют вид:

$$u_{1r} = u_{2r}, \quad p_1 = p_2 \quad (6)$$

На свободной поверхности жидкости ($r = a_0 + \xi(\theta, z, t)$) Граничные условия имеют вид:

$$u_{2r} = \frac{d\xi}{dt}, \quad \Phi_0(a_0 + \xi) + \Phi_w = V = \text{const}, \quad \frac{\varepsilon E_n^2}{8\pi} + p_2 - p_a = 2\alpha H \quad (7)$$

на внешнем электроде ($r = b$) $\Phi_w(b) = 0$.

Здесь p_a – атмосферное давление, α – коэффициент поверхностного натяжения, H – средняя кривизна поверхности, $E_n = (E_0 + E_w)n$.

Давления запишем в виде $p_1 = p_{10} + p_{1w}$, $p_2 = p_{20} + p_{2w}$, где p_{10}, p_{20} – равновесные давления.

Линеаризованные граничные условия имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial\varphi_1}{\partial r} &= \frac{\partial\varphi_2}{\partial r} \quad (r = a) \\ \frac{\rho}{\Gamma} \frac{\partial\varphi_1}{\partial t} + \frac{\eta}{K} \varphi_1 &= \rho \frac{\partial\varphi_2}{\partial t} \quad (r = a) \\ \frac{\partial\varphi_2}{\partial r} &= \frac{\partial\xi}{\partial t} \quad (r = a_0) \\ \Phi_w - E_0\xi &= 0 \quad (r = a_0) \\ \frac{\varepsilon E_0^2}{4\pi a_0} \frac{\partial\varphi_2}{\partial r} + \frac{\varepsilon E_0}{4\pi} \frac{\partial^2\Phi_w}{\partial t \partial r} + \rho \frac{\partial^2\varphi_2}{\partial t^2} &= \alpha \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\xi}{a_0^2} + \frac{1}{a_0^2} \frac{\partial^2\xi}{\partial\theta^2} + \frac{\partial^2\xi}{\partial z^2} \right) \quad (r = a_0) \\ \Phi_w(b) &= 0. \end{aligned}$$

Здесь $E_0 \equiv E_0(a_0)$, а также учтено, что $\Phi'_0(a_0) = -E_0$, $\Phi''_0(a_0) = \frac{E_0}{a_0}$.

2. Решение краевой задачи. Решение уравнений (1.4) с граничными

условиями (7) ищем в виде:

$$\{\varphi_1, \varphi_2, \Phi_w, \xi\} = \{\varphi_1^*(r), \varphi_2^*(r), \Phi_w^*(r), \xi^*\} \exp(-\gamma t + ikz + im\theta)$$

Здесь, например, $\varphi_1 = \varphi_1^*(r) \exp(-\gamma t + ikz + im\theta)$, где $\varphi_1^*(r)$ – амплитуда; $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число; $m = 0, 1, 2, \dots$, $\gamma = \beta + i\gamma_i$, $\omega = |\gamma_i|$ – частота, β – коэффициент, который может быть как положительным (при затухании возмущения), так и отрицательным (при неустойчивости, приводящей к нарастанию возмущения).

Уравнение $\Delta\varphi_1 = 0$ принимает вид модифицированного уравнения Бесселя порядка m

$$\frac{d^2\varphi_1^*}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\varphi_1^*}{dr} - \left(k^2 + \frac{m^2}{r^2}\right) \varphi_1^* = 0$$

Общее решение этого уравнения имеет вид:

$$\varphi_1^*(r) = C_1 I_m(kr) + C_2 K_m(kr)$$

где I_m и K_m – модифицированные функции Бесселя первого и второго рода порядка m .

Аналогично: $\varphi_2^*(r) = C_3 I_m(kr) + C_4 K_m(kr)$, $\Phi_w^*(r) = C_5 I_m(kr) + C_6 K_m(kr)$.

Следует положить $C_2 = 0$, так как $K_m(kr) \rightarrow \infty$ при $r \rightarrow 0$.

Граничные условия (7) для амплитуд имеют вид:

$$\begin{aligned} C_1 I'_m(ka) &= C_3 I'_m(ka) + C_4 K'_m(ka) \\ \left(\frac{\rho\gamma}{\Gamma} - \frac{\eta}{K}\right) C_1 I_m(ka) &= \rho\gamma [C_3 I_m(ka) + C_4 K_m(ka)] \\ kC_3 I'_m(ka_0) + kC_4 K'_m(ka_0) &= -\gamma \xi^* \\ C_5 I_m(ka_0) + C_6 K_m(ka_0) - E_0 \xi^* &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \frac{k\varepsilon E_0^2}{4\pi a_0} [C_3 I'_m(ka_0) + C_4 K'_m(ka_0)] - \frac{k\varepsilon\gamma E_0}{4\pi} [C_5 I'_m(ka_0) + C_6 K'_m(ka_0)] \\ + \rho\gamma^2 [C_3 I_m(ka_0) + C_4 K_m(ka_0)] &= -\frac{\alpha\gamma\xi^*}{a_0^2} (1 - m^2 + k^2 a_0^2) \\ C_5 I_m(kb) + C_6 K_m(kb) &= 0 \end{aligned}$$

Из пяти равенств (исключая предпоследнее) (8) можно найти выражения коэффициентов C_1, C_3, C_4, C_5, C_6 через величину ξ^* , которую считаем малой первого порядка. Далее будем предполагать, что $a_0/b \ll 1$. Это приводит к упрощению выражений, в частности, $\frac{C_5}{\xi^*} \ll 1, C_6 = \xi^* E_0 K_m^{-1}(ka_0)$.

Подставляя найденные коэффициенты в предпоследнее равенство системы (8), получим дисперсионное уравнение для поверхностных волн, кубическое относительно γ :

$$\begin{aligned}
& \gamma^3 \rho^2 [A_1 I_m(ka) - \Gamma A_2 I'_m(ka)] - \frac{\gamma^2 \rho \eta \Gamma A_1 I_m(ka)}{K} \\
& - \gamma \rho L k [A_4 I_m(ka) + \Gamma A_3 I'_m(ka)] + \frac{k L \eta \Gamma A_4 I_m(ka)}{K} = 0 \\
& A_1 = I_m(ka_0) K'_m(ka) - I'_m(ka) K_m(ka_0) \\
& A_2 = I_m(ka_0) K_m(ka) - I_m(ka) K_m(ka_0) \\
& A_3 = I'_m(ka_0) K_m(ka) - I_m(ka) K'_m(ka_0) \\
& A_4 = I'_m(ka) K'_m(ka_0) - I'_m(ka_0) K'_m(ka) \\
& L = \frac{\varepsilon}{4\pi a_0} E_0^2 \left[1 + \frac{ka_0 K'_m(ka_0)}{K_m(ka_0)} \right] - \frac{\alpha}{\alpha_0^2} (1 - m^2 - k^2 a_0^2)
\end{aligned} \tag{9}$$

Уравнение (9) – кубическое и может быть приведено к так называемому неполному кубическому уравнению [8] с дискриминантом:

$$Q = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2,$$

где p и q выражаются через коэффициенты уравнения (9).

При выполнении условия $Q > 0$ существует волновое движение, поскольку при этом уравнение (9) имеет два комплексно сопряженных корня. При $Q \leq 0$ волновых движений нет, так как все три корня уравнения (9) действительные.

3. Анализ модели. Конкретные числовые расчеты с дисперсионным уравнением (9) проводились для следующих значений параметров:

$$\rho = \frac{1\text{г}}{\text{см}^3}, \alpha = \frac{73\text{г}}{\text{с}^2}, \eta = 0.01 \frac{\text{г}}{\text{см}} \cdot \text{с}, \Gamma = 0.8, K = 0.02 \text{ см}^2, 0 < k < 2 \text{ см}^{-1}, \\
\varepsilon = 1, 0 \leq E_0 \leq 50 \text{ ед. СГС}.$$

Для симметричных возмущений ($m = 0$) и значений $a = 0.1$ см, $a_0 = 1.1$ см, $0 \leq E_0 \leq 30$ ед. СГС интервал $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$ делится критической точкой k_c ($\lambda_c = \frac{2\pi}{k_c}$), которая находится из условия $Q = 0$, на два интервала. В интервале $0 < k < k_c$ волны отсутствуют: происходит нарастание возмущений ($\beta < 0$).

Амплитуда растет с наибольшей скоростью при $k = k_m$. Размер образующихся при распаде жидкого столба капель равен $\lambda_m \approx \frac{2\pi}{k_m}$ [3]. При $k \rightarrow k_c$ ($\lambda \rightarrow \lambda_c$) движение жидкости замедляется, т.е. $\omega \rightarrow 0$, $\beta \rightarrow 0$. В интервале $k_c < k < 2 \text{ см}^{-1}$ существуют затухающие ($\beta < 0$) волны. При $E_0 > 30$ ед. СГС, когда $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$, появляются две критические точки k_{1c} и k_{2c} ($k_{1c} < k_{2c}$). При этом для $0 < k < k_{1c}$ и $k_{2c} < k < 2 \text{ см}^{-1}$ существуют затухающие волны, а в интервале $k_{1c} < k < k_{2c}$ происходит аperiодическое движение с нарастающей амплитудой, приводящее к образованию капель. При $E_0 > 44$ ед. СГС выполняется неравенство $k_{2c} > 2 \text{ см}^{-1}$, следовательно, в промежутке $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$ остается одна критическая точка.

Заключение. Исследовано распространение и неустойчивость волн на

заряженной поверхности цилиндрического столба жидкости, окружающей пористое ядро.

Рассмотрена область длинных волн ($0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$), которая при симметричных возмущениях ($m = 0$) и достаточно слабых полях ($0 \leq E_0 \leq 30 \text{ ед. СГС}$) делится критической точкой k_c на два интервала. В интервале $0 < k < k_c$ происходит аperiодическое движение ($\beta < 0$) с нарастающей амплитудой, приводящее к образованию капель.

Рост амплитуды происходит с наибольшей скоростью при некотором $k = k_m$, при котором $|\beta|$ достигает максимума. При этом жидкий столб распадается на капли размером $\lambda_m = \frac{2\pi}{k_m}$, который уменьшается с ростом E_0 (при неизменных значениях прочих параметров). В интервале $k_c < k < 2 \text{ см}^{-1}$ существуют затухающие волны.

При $k \rightarrow k_c$ ($\lambda \rightarrow \lambda_c$) движение жидкости замедляется, т.е. $\omega \rightarrow 0$, $\beta \rightarrow 0$, что связано с взаимной нейтрализацией стабилизирующего влияния на жидкий столб со стороны поверхностного натяжения и дестабилизирующего влияния поверхностной электрической силы.

При $E_0 > 30$ в интервале $0 < k < 2 \text{ см}^{-1}$ появляются две критические точки k_{1c} и k_{2c} так, что в интервалах $0 < k < k_{1c}$ и $k_{2c} < k < 2 \text{ см}^{-1}$ существуют затухающие волны, а в интервале $k_{1c} < k < k_{2c}$ происходит аperiодическое движение с нарастающей амплитудой, приводящее к образованию капель. В концах интервала $0 < k < k_{1c}$, т. е. при $k \rightarrow 0$ и $k \rightarrow k_{1c}$ справедливо $\omega(k) \rightarrow 0$ и $\beta(k) \rightarrow 0$, а внутри этого интервала непрерывные функции $\omega(k) > 0$ и $\beta(k) > 0$ принимают некоторые максимальные значения.

При $m = 1$ затухание возмущений сильнее, а частота $\omega(k)$ волны больше, чем при $m = 0$ при каждом заданном k и одинаковых значениях прочих параметров. В области существования волн частота ω увеличивается, а коэффициент затухания β уменьшается с увеличением радиуса a_0 жидкого столба при каждом заданном значении волнового числа k и зафиксированных значениях прочих параметров. При $m \geq 2$ движение является аperiодическим, с сильным затуханием всех возмущений.

Список использованных источников

1. Слезкин, Н. А. О влиянии пористости дна на плоскую стоячую волну тяжелой жидкости / Н. А. Слезкин // Изв. АН СССР. МЖГ, 1984. – № 4. – С. 160–163.
2. Столяров, И. В. Распространение поверхностных волн в слое жидкости на пористом основании / И. В. Столяров, Н. Г. Тактаров // Изв. АН СССР. МЖГ, 1987. – № 5. С. 183–186.
3. Тактаров, Н. Г. Распад струи магнитной жидкости / Н. Г. Тактаров // Магнитная гидродинамика, 1975. – № 2. – С. 35–38.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Т. 8. Электродинамика сплошных сред. – М. : Физматлит, 2005. – 651 с.
5. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Т. 6. Гидродинамика. – М. : Физматлит, 2006. – 736 с.
6. Курош, А. Г. Курс высшей алгебры / А. Г. Курош. – М. : Наука, 1975. – 431 с.

References

1. Slezkin N. A. The effect of porosity on the flat bottom of a standing wave of heavy liquid. Moscow, Fluid Dynamics, 1984, No 4, pp. 160–163.
2. Stolyarov I. V. Of surface wave propagation in a liquid layer on a porous base. Moscow, Fluid Dynamics, 1987, No 5, pp. 183–186.
3. Taktarov N. G. Jet decay of the magnetic fluid. Moscow, Magnetic Hydrodynamics, 1975, No 2, pp. 35–38.
4. Landau L. D. Lifshitz E. M. Theoretical Physics, v. 8, Electrodynamics of continuous media. Moscow, FIZMATLIT, 2005, 651 p.
5. Landau L. D. Lifshitz E. M. Theoretical Physics, v. 6, Hydrodynamics. Moscow, FIZMATLIT, 2006, 736 p.
6. Kurosh A. G. Course of Higher Algebra. Moscow, Nauka, 1975, 431 p.

УДК 621.389

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРОВ

В. П. Бабенко, В. К. Битюков

*ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет
радиотехники, электроники и автоматики», г. Москва,
Российская Федерация*

Аннотация. Система схемотехнического моделирования Electronics Workbench (EWB) получила широкое распространение в средних и высших учебных заведениях, где она используется в учебных целях в качестве лабораторного практикума по целому ряду радиоэлектронных и радиофизических дисциплин. Однако, элементная база библиотеки EWB недостаточна для моделирования ШИМ-регуляторов. Отсутствуют современные программируемые компоненты, микроконтроллеры. В работе рассмотрены схемные решения ШИМ-контроллеров с учетом возможности библиотеки EWB 5.12. Продемонстрирована технология создания нового компонента библиотеки – заказной интегральной схемы ШИМ-контроллера.

Ключевые слова и фразы: ШИМ-модуляция, ШИМ-регулятор, импульсный источник питания, ШИМ-стабилизаторы напряжения, тока, мощности, учебно-исследовательский стенд.

SPECIAL METHODOLOGY OF COMPUTER SIMULATION OF PWM-CONTROLLERS

V. P. Babenko, V. K. Bitjukov

Abstract. The circuit simulation system Electronics Workbench (EWB) is widely used for training purposes in secondary schools and higher educational institutions at laboratory-and-practical classes of a number of subjects in radio-electronics and radio physics. However, the hardware components available in the

EWB library is insufficient for modeling of PWM regulators. There is a shortage of programmable components and microcontrollers there. In this paper the circuitries of the PWM-controller are considered, using the EWB 5.12 of the library. The technique of development of a new library component – a customized integrated circuit of the PWM-controller – is shown.

Keywords: PWM-modulation; PWM-regulator; intermittent power source; PWM-stabilizers of voltage, current, power; training simulator.

Развитие наукоемких технологий в условиях санкций, введенных по отношению к нашей стране, представляет собой специфический этап науки и техники. Чтобы в должной мере ответить на этот новый современный технологический вызов необходимо иметь высококвалифицированные инженерные кадры [1–3]. Это в значительной степени относится к радиоэлектронике. Анализ основных этапов развития радиоэлектроники: от ее возникновения и до настоящего времени позволяет констатировать, что за последние двадцать лет произошел революционный переворот в этой области техники, связанный с переходом к программируемым радиоэлектронным встраиваемым системам и устройствам с использованием микроконтроллеров, сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) (англ. pulse-width modulation PWM) позволяет осуществлять управление средним значением величины напряжения, тока или мощности на нагрузке путём изменения скважности импульсов [4–6]. ШИМ-регулятор при высоком КПД и низком тепловыделении позволяет снизить массу и габариты источников вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры, а также реализовать преимущества интегральной технологии [7]. ШИМ-контроллеры (преобразователи двоичного кода в импульсы ШИМ) выпускаются как в виде специализированные интегральных схем (ИС), так и встроенными устройствами большинства современных микроконтроллеров [8].

Сигнал ШИМ является цифровым сигналом с периодом T и регулируемой длительностью импульса T_1 , формируемый стандартными цифровыми ИС. Изменяя длительность импульса T_1 , при неизменном периоде повторения импульсов T , можно в широких пределах управлять уровнем среднего значения напряжения. А используя ключи, управляемые ШИМ сигналом, можно регулировать на нагрузке среднее значение любого аналогового сигнала от нуля до максимального значения напряжения.

Однако для потребителя энергии, способного запасать энергию, применение фильтра необязательно. Например, при управлении яркостью свечения накала лампы, скоростью вращения двигателя, так как у них есть некоторая инерционность, характеризующаяся постоянной времени τ [9]. Если период ШИМ выбрать меньше этой постоянной времени τ , то мерцание лампы или вибрацию двигателя можно сделать незначительными. Естественно, чем выше частота следования импульсов ШИМ, тем «глаже» будет аналоговый сигнал. Однако при этом растут потери мощности на ключах, а также снижается КПД устройства [10].

При моделировании ШИМ-контроллеров системой схемотехнического моделирования Electronics Workbench 5.12, широко используемой в качестве лабораторного практикума в средних и высших учебных заведениях, возникают определенные сложности. Библиотека EWB недостаточна для подобных задач: отсутствуют современные программируемые компоненты и микроконтроллеры [11]. Альтернативным решением является ШИМ-контроллер с управлением двоичным кодом, реализованный на двоичных счетчиках, широко представленных в библиотеке EWB. Счетчик, последовательно считая импульсы, выдает на выходе линейно изменяющийся код, нарастающий или убывающий, в зависимости от режима счета суммирующего или вычитающего. Цифровой компаратор сравнивает входной управляющий код с кодом счетчика и формирует импульс ШИМ, длительность которого определяется от начала счета счетчика до момента срабатывания компаратора.

Наиболее просто реализуется схема ШИМ-контроллера на интегральном реверсивном счетчике, у которого имеются входы параллельной записи информации [12]. В зависимости от типа используемой интегральной схемы счетчика схемная реализация контроллера может несколько отличаться. На рис. 1 приведен вариант схемы формирователя импульсов, длительность которых управляется двоичным кодом, на счетчике отечественной серии К561ИЕ11 [13].

Схема состоит из реверсивного счетчика DD1 при $U/D=0$, включенного в режиме вычитания, старт-стопного триггера DD3, запускаемого импульсами генератора тактовых импульсов F и генератора синхронизирующих импульсов f_c . Генератор тактовых импульсов F задает частоту повторения импульсов ШИМ. Для нормальной работы схемы необходимо, чтобы частота генератора синхроимпульсов f_c должна быть, по крайней мере, в $K_{сч}$ раз больше, чем частота следования тактовых импульсов F , где $K_{сч}$ - коэффициент счета счетчика (для четырехразрядного счетчика $K_{сч}=2^4=16$).

В исходном состоянии до прихода запускающего импульса триггер DD3 находится в состоянии $Q=0$, $EWR=0$, при этом обеспечивается режим параллельной загрузки управляющего кода (начальная установка).

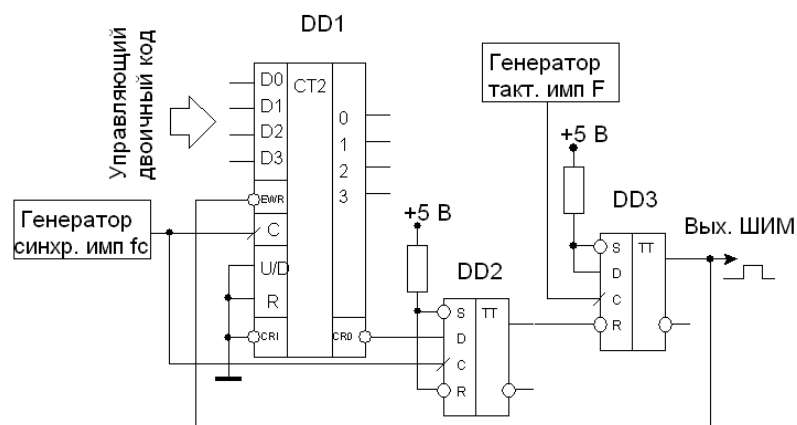


Рис. 1. Схема ШИМ-контроллера на реверсивном счетчике DD1- K561ИЕ11, DD2, DD3-R555TM2

С приходом запускающего импульса F триггер DD3 устанавливается в состояние Q=1. На входе счетчика DD1 появляется сигнал EWR=1. Счетчик переходит в режим счета на вычитание, начиная с исходного кода. Когда в процессе счета код на выходе счетчика достигает состояния 0000, то на выходе CR0 появляется инверсный импульс сигнала переноса, который должен быть подан на асинхронный вход R триггера DD3 для сброса его в состояние 0. Однако перепад 1/0 сигнала переноса CR0 возникает в начале тактового импульса, а по логике работы он должен быть в конце, что требует использования дополнительного триггера DD2 для тактовой привязки импульса CR0.

По окончании формирования импульса ШИМ триггер DD3 возвращается в состояние Q=0, на выходе триггера DD3 формируется импульс ШИМ, длительность которого пропорциональна двоичному коду. На вход EWR разрешения параллельной записи в счетчик подается логический нуль, в счетчик загружается управляющий двоичный код. Цикл завершен, схема ждет прихода следующего тактового импульса F.

ШИМ-контроллер на асинхронном счетчике, вследствие особенностей управления счетчиком, реализуется иначе [8].

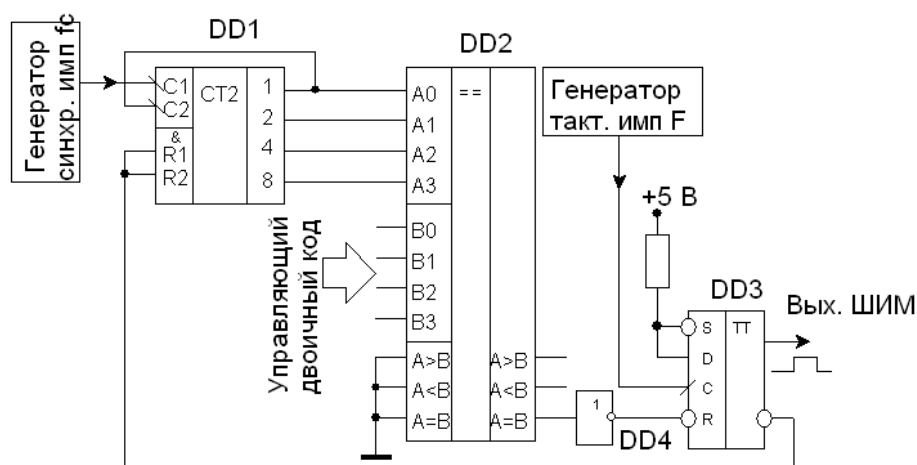


Рис. 2. ШИМ-контроллер на асинхронном счетчике DD1-K555IE5, DD2-K555CP1, D3-K55TM2, DD4-K555ЛН1

У простейшего асинхронного счетчика имеется один или несколько входов начальной установки. Но, как правило, отсутствует вход параллельной загрузки управляющего кода, а режим работы только суммирующий.

Схема такого ШИМ-контроллера (рис. 2) состоит из асинхронного счетчика DD1, схемы сравнения кодов DD2 (цифровой компаратор) и стартового триггера DD3. В счетчике DD1 первый триггер не включен в последовательность остальных триггеров, поэтому при включении 4-х разрядного счетчика необходимо соединить выход 1 счетчика с входом C2.

В исходном состоянии при отсутствии запускающего импульса F триггер DD3 находится в состоянии Q=0. Инверсный выход триггера DD3 подключен к входу R1&R2 начальной установки счетчика в состоянии 0000.

С приходом запускающего импульса F по перепаду 0/1 генератора тактовых импульсов триггер DD3 устанавливается в состояние $Q=1$. Логический 0 на входе R1&R2 переводит счетчик в режим счета импульсов. На входе A0-A3 цифрового компаратора DD2 счетчик DD1 генерирует линейно нарастающий двоичный код, который сравнивается с управляющим входным кодом на входах B0-B3.

При равенстве кодов $A_0 A_1 A_2 A_3=B_0 B_1 B_2 B_3$ на выходе цифрового компаратора DD2 $A=B$ появляется высокий уровень, который дополнительно инвертируется инвертором DD4. После обнуления триггера со следующего тактового импульса начинается новый цикл. Импульс ШИМ на выходе триггера DD3. имеет длительность T , пропорциональную управляющему двоичному коду. Для нормальной работы схемы должно быть выполнено условие $f_c \geq K_{сч} \cdot F$, где $K_{сч}$ – коэффициент счета счетчика (для четырехразрядного счетчика $K_{сч}=2^4=16$).

ШИМ-контроллер может быть реализован на любом счетчике (Digital/Counters) из библиотеки EWB. Такая возможность позволяет расширить количество вариантов индивидуального задания студентов, задавая индивидуально тип счетчика из библиотеки EWB (около 15 вариантов).

Ниже приведены два примера контроллера на реверсивном и асинхронном счетчиках из библиотеки EWB.

Рассмотрим вариант построения ШИМ-контроллера на базе счетчика 74169. Микросхема 74169 представляет собой синхронный 4-х разрядный реверсивный двоичный счетчик.

На рис. 3 приведены данные ИС 74169 из Help EWB; (а) условное графическое обозначение (УГО) из библиотеки EWB Digital и (б) таблица состояния. Счетные импульсы, подаваемые на вход CLK, переключают счетчик фронтом 1/0 – POS. Вход D/U (Down/Up) управляет направлением счета ($D/U=1$ – вычитание, $D/U=0$ – суммирование). Входы A, B, C, D – входы параллельной загрузки кода по сигналу загрузки LOAD. Входы ENP и ENT – входы расширения при каскадировании счетчиков. Выходной код снимается с выходов QA, QB, QC, QD.

Сигнал RCO=0 появляется при переполнении счетчика как при суммировании (UP), так и при вычитании (Down), когда на выходе счетчика появляется код 1111 при суммировании, и код 0000 в режиме вычитания.

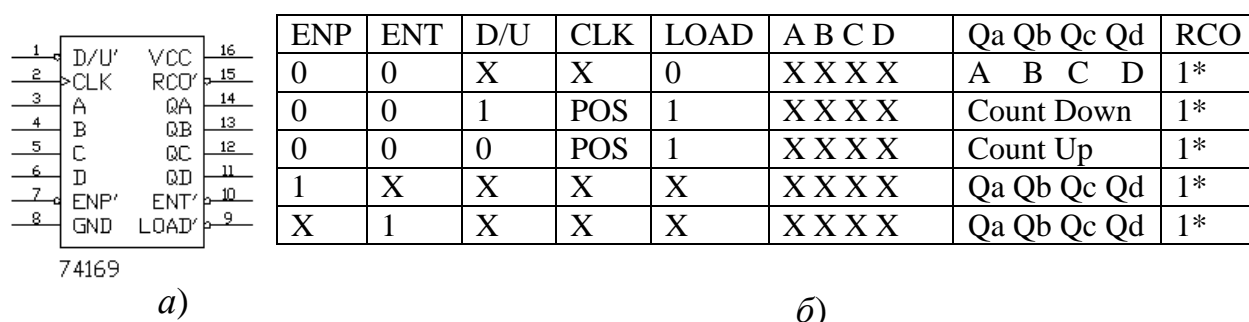


Рис. 3. Реверсивный счетчик 74169: а-УГО ИС, б-таблица состояния

Схема для моделирования работы счетчика 74169 в режиме вычитания с параллельной загрузкой кода начального состояния приведена на рис. 4. Режим вычитания обеспечивается путем подачи 0 на вход D/U управления направлением счета.

Контроль выходного кода ведется семисегментным индикатором U3 из библиотеки Indicators.

Для удобства визуального наблюдения частота тактового генератора V1 выбрана 2 Гц. Состояние сигнала переполнения RCO фиксируется индикатором-пробником U4.

Управляющий двоичный код с весовыми коэффициентами 8-4-2-1 задается ключами S4–S1, управляемыми цифровыми клавишами клавиатуры 8, 4, 2, 1 соответственно.

Ключ S5, переключаемый клавишей S, формирует логический сигнал Load равный 0 при загрузке кода или 1 в режиме счета.

Семисегментный индикатор U3 позволяет контролировать результат счета импульсов при подаче различных кодов начальной установки.

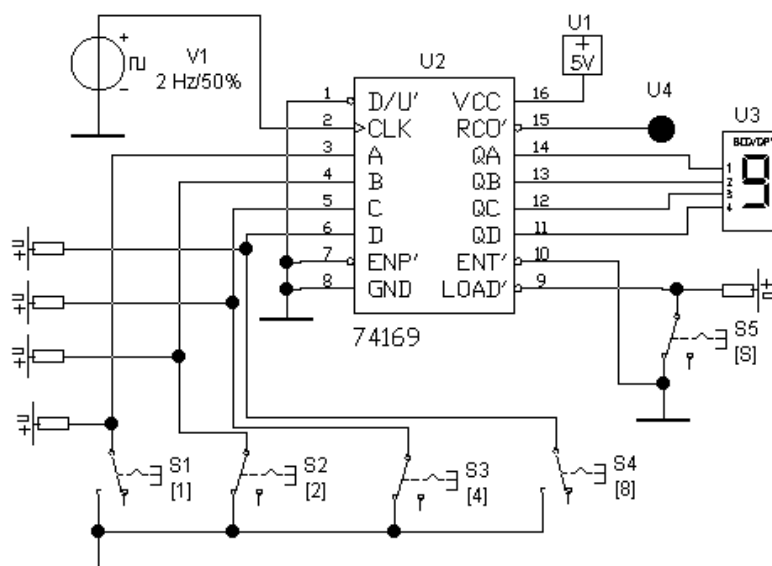


Рис. 4. Схема включения 4-х разрядного реверсивного счетчика 74169

ШИМ-контроллер на базе реверсивного счетчика 74169 (рис. 5) содержит счетчик, который работает в режиме вычитания $D/U=0$. Управляющий двоичный код формируется ключами S1–S4.

До прихода запускающего импульса старт-стопный триггер U4 (D Flip-Flop with Active Low Asynch Inputs) находится в состоянии $Q=0$.

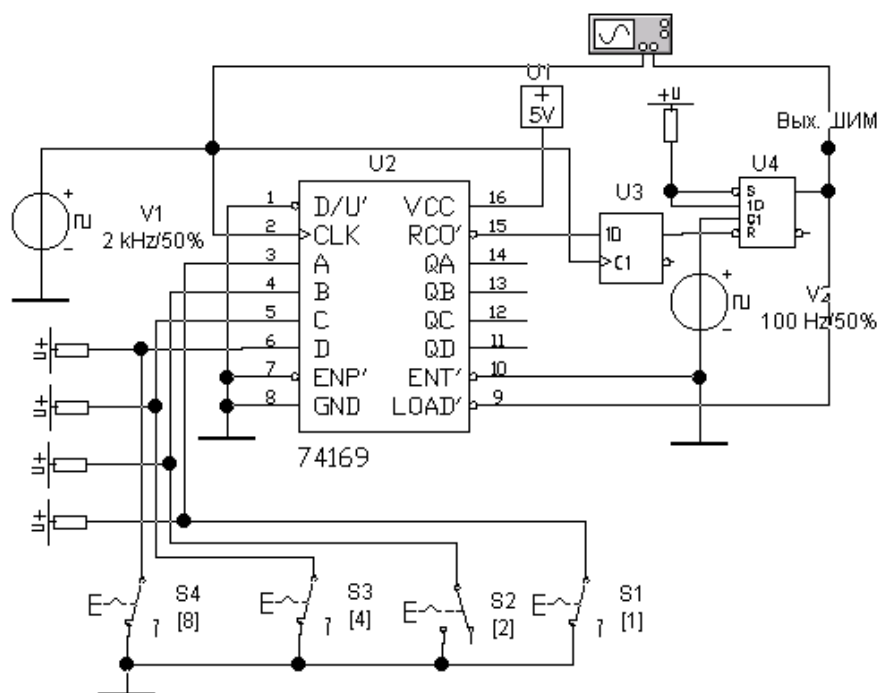


Рис 5. Схема ШИМ-контроллера на базе реверсивного счетчика 74169

На входе счетчика сигнал $Load=0$, что обеспечивает параллельную загрузку управляющего кода в счетчик. С приходом запускающего импульса от генератора $V2$, задающего частоту следования ШИМ импульсов, триггер $U4$ по перепаду 0/1 устанавливается в состояние $Q=1$.

Появление сигнала $Load=1$ разрешает режим счета импульсов от загруженного кода в сторону вычитания. В момент перехода счетчика через нуль (код 0000) на выходе счетчика RCO появляется низкий уровень $RCO=0$.

Триггер $U3$ (D Flip-Flop) обеспечивает привязку импульса RCO к тактовой частоте генератора $V1$, что обеспечивает сброс триггера $U4$ по входу R в нулевое состояние. Частота следования ШИМ импульсов $F=100$ Гц задается генератором $V2$.

Частота следования импульсов синхронизации f_c (генератор $V1$) выбрана 2 кГц из условия $f_c \geq K_{сч} \cdot F$. При моделировании ключами $S4-S1$ задавался 4-х разрядный двоичный код, и измерялась длительность импульса ШИМ с помощью осциллографа. Диаграммы работы схемы (рис. 6) снимались в режиме Analysis/Transient при загрузке кода 1000.

Управляющий код 1111 запрещен, так как при этом сигнал RCO появляется одновременно с приходом разрешения на счет по входу $Load$ и сигналом установки триггера $U4$.

В результате триггер $U4$ остается в состоянии $Q=0$, что не соответствует ожидаемой длительности сигнала ШИМ. Необходимо учитывать эту особенность и избегать в процессе управления появления кода 1111.

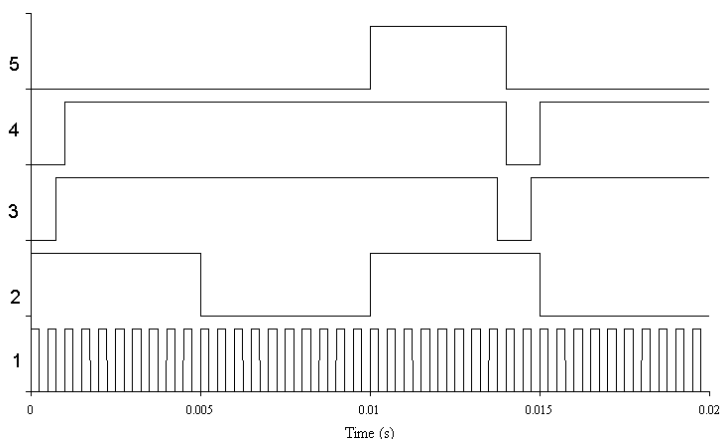


Рис. 6. Диаграммы работы ШИМ-контроллера: 1-сигнал генератора V1 ($f_c=2$ кГц);
2-сигнал генератора V2, задающий частоту следования ШИМ (F);
3-сигнал переполнения счетчика RCO; 4-сигнал с выхода триггера U3;
5-сигнал импульса ШИМ с выхода триггера U4

В EWB возможно иерархическое представление выделенной части схемы в режиме Circuit/Subcircuit и создание заказной интегральной схемы, которая сохраняется в библиотеке компонентов Favorites под выбранным именем PWM. Схема ШИМ-контроллера на базе заказной ИС PWM приведена на рис. 7.

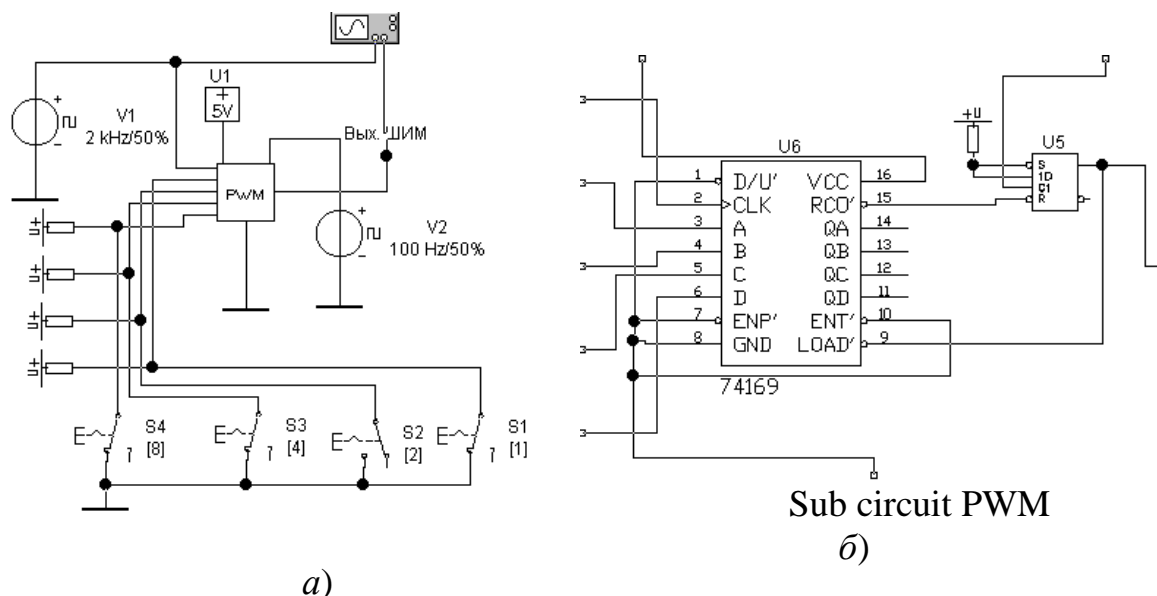


Рис. 7. ШИМ-контроллер на заказной ИС:
а - схема для моделирования, б – схема компонента PWM

При моделировании снимались осциллограммы импульса ШИМ для управляющих кодов в диапазоне 0001 до 1110. Разработанный библиотечный PWM-компонент расширяет возможности системы схемотехнического моделирования EWB учебном процессе.

Схемотехника ШИМ-контроллера на асинхронном двоичном счетчике 74163 строится иначе из-за отличия функциональных возможностей счетчика. Исходная информация из Help EWB приведена на рис. 8.

Первый триггер 4-х разрядного счетчика включен независимо от остальной последовательности из трех триггеров, имеет выход QA, не связанный с входом триггера второго разряда. Поэтому, чтобы реализовать 4-х разрядный счетчик, необходимо соединить выход 1-го разряда QA с входом второго разряда счетчика СКВ. Счетные импульсы подаются на вход СКА, а выходной код снимается с выходов QA, QB, QC, QD, причем QA – младший разряд, а QD – старший. Входы R01 и R02 – входы начальной установки счетчика в 0. При одновременной подаче логической единицы на входы R0 и R1 счетчик обнуляется; при подаче 0 хотя бы на один из входов R0 или R1 счетчик работает в счетном режиме.

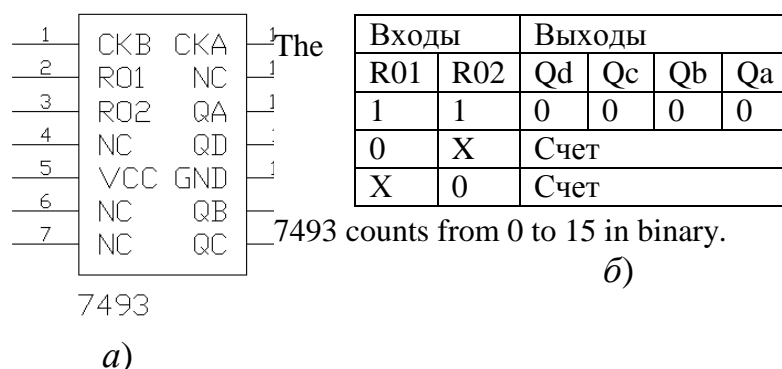


Рис. 8. Асинхронный 4-разрядный двоичный счетчик 7493:
а – УГО, *б* – таблица состояния

На рис. 9 показана схема включения счетчика 7493 при моделировании режима работы. Индикация двоичного кода на выходе счетчика осуществляется 7-сегментным индикатором.

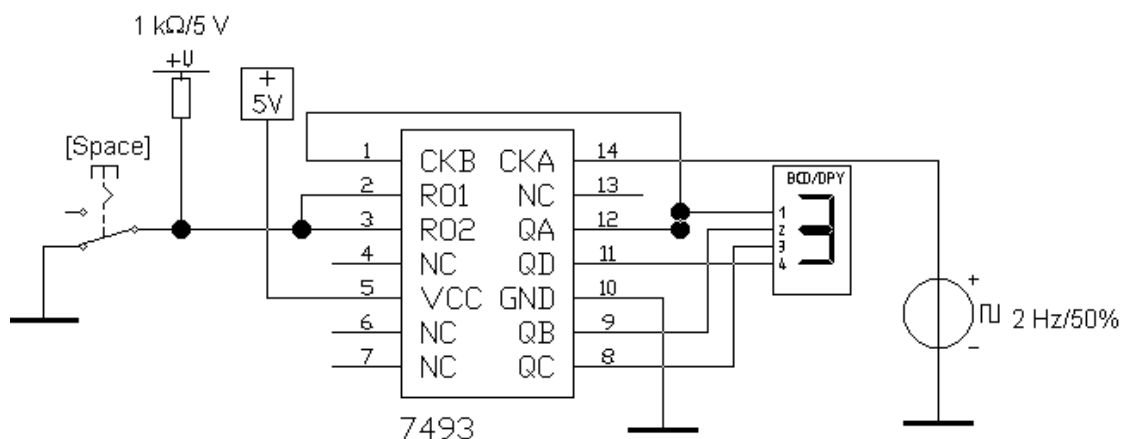


Рис. 9. Схема включения двоичного асинхронного счетчика 7493

Для визуального контроля работы счетчика частота генератора счетных импульсов выбрана невысокой 2 Гц. Ключ Space в зависимости от положения формирует управляющий сигнал на входе R.

При $R=0$ разрешается режим счета, при 1 выходы счетчика устанавливаются в 0. Моделирование работы схемы при разных положениях ключа Sрасе подтвердило правильность включения и функционирования счетчика.

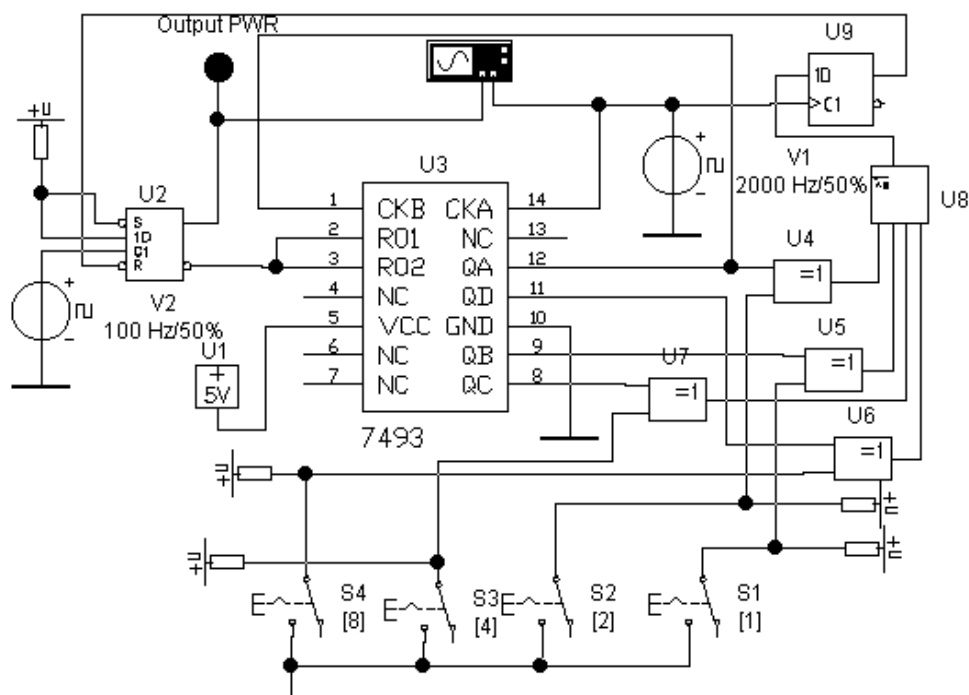


Рис. 10. ШИМ-контроллер на асинхронном двоичном счетчике

ШИМ-контроллер (рис. 10) имеет структуру, аналогичную контроллеру, схема которого приведена на рис. 2. Он содержит генератор V2, задающий частоту следования импульсов ШИМ.

Тактирующие импульсы генератора V1 поступают на вход 4-х разрядного асинхронного счетчика U3. Старт-стопный триггер U2 запускается по перепаду 0/1 импульсов генератора V2. Управляющий код задается ключами S1-S4.

Цифровой компаратор заменен схемой сравнения кодов на элементах логической равнозначности (XOR) U4-U7, осуществляющих поразрядное сравнение кодов счетчика U3 и управляющего кода, задаваемого ключами S1-S4. При равенстве кода на выходе счетчика и управляющего кода, задаваемого ключами S1-S4, на выходе ЛЭ U8 появляется логическая 1.

В исходном состоянии триггер U2 находится в нулевом состоянии, счетчик обнулен (на входах счетчика U3 состояние R01, R02 =1). Триггер U9 выполняет тактовую привязку импульса выхода логического элемента U8 к сигналу генератора синхронизации V1.

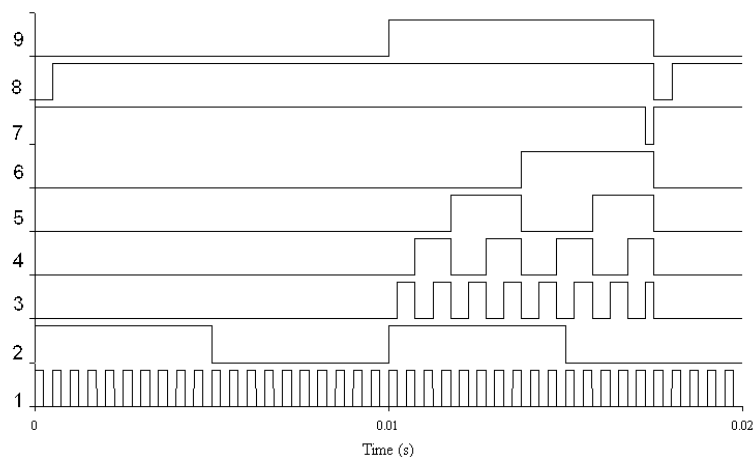


Рис. 11. Временные диаграммы: 1 – генератор V2 (2 кГц); 2 – генератор V1 (100 Гц); 3 – выход QA; 4 – выход QB; 5 – выход QC; 6 – выход QD; 7 – выход U8; 8 – выход триггера U9; 9 – выход триггера U2 (ШИМ)

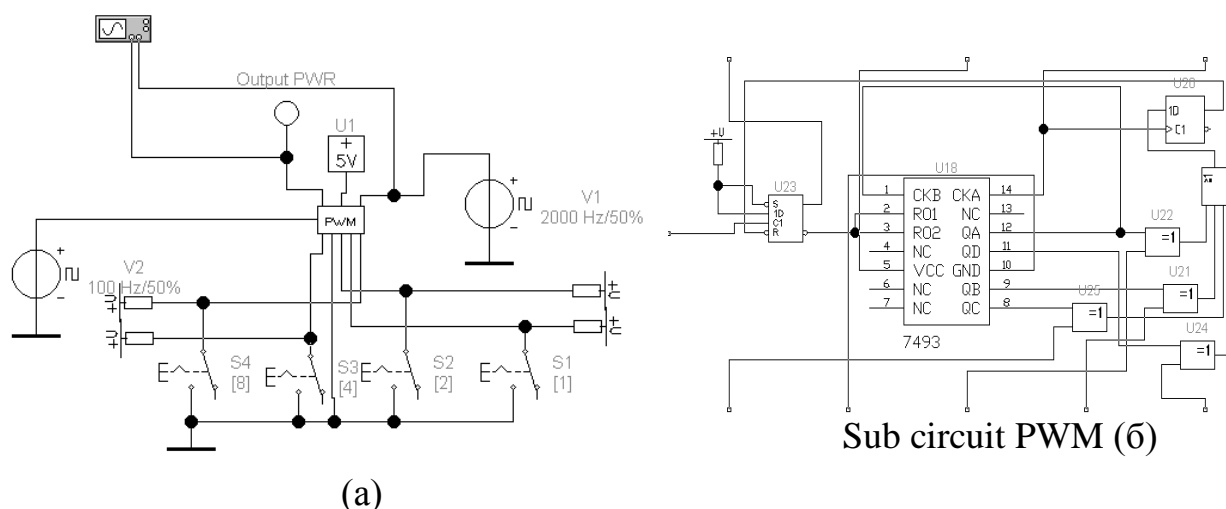
Частота генератора синхроимпульсов выбрана $f_c=2000$ Гц, как и прежде, должна быть, по крайней мере, в $K_{сч}$ раз больше, чем частота следования тактовых импульсов F.

С приходом запускающего импульса ШИМ от генератора V2 триггер U2 устанавливается в состояние Q=1. На входах счетчика U3 состояние R01, R02 =0, счет разрешен. Счетчик считает импульсы генератора синхроимпульсов V1 – $f_c=2000$ Гц. Код на выходе счетчика последовательно увеличивается на каждый тактовый импульс генератора V1, пока схема сравнения кодов (выход U8 Y=0) не выдаст сигнал равенства кода счетчика и управляющего кода (ключи S1-S4). После тактовой привязки на триггере U9, сигнал равенства кодов сбрасывает старт-стопный триггер U2 в 0. Длительность импульса на выходе триггера U2 будет пропорциональна величине управляющего кода.

Временные диаграммы работы ШИМ-контроллера, показанные на рис. 11, снимались в режиме Analysis/Transient для управляющего кода 1111.

Тактовая привязка сигнала сравнения U8 необходима, чтобы асинхронный сброс R триггера U2 выполнялся по перепаду сигнала 0/1. В процессе моделирования осциллографом измерялась длительность импульса ШИМ при разных значениях управляющего кода.

Используя возможность EWB, можно представить выделенную часть схемы в режиме Circuit/Subcircuit в виде заказной интегральной схемы PWM, которая сохраняется в корзине компонент Favorites. Схема ШИМ-контроллера и заказной ИС PWM приведена на рис 12. При моделировании измерялась длительность импульса ШИМ при изменении управляющего кода.



(а)
Рис. 12. ШИМ-контроллер на базе заказной ИС PWM:
 а – схема моделирования; б – схема заказной ИС

При создании схем ШИМ-контроллеров на синхронных счетчиках, имеющих в библиотеке EWB, для загрузки кода управления удобно использовать вход параллельной загрузки кода и внутренние средства детектирования переполнения счетчика.

Рассмотренные методические аспекты применения системы схемотехнического моделирования Electronics Workbench являются базой для углубленного изучения и проектирования других радиоэлектронных устройств. В качестве примера можно назвать учебно-исследовательский стенд для изучения основных характеристик микросхем, реализующих регулируемые стабилизированные источники электропитания на базе DC–DC преобразователей с накачкой заряда [14–18].

Модуль управления стендом выполнен на микроконтроллере PIC18F2550, который осуществляет управление основными модулями лабораторного макета и контроль их состояния, а также обеспечивает взаимодействие через модуль USB с компьютером. Для регистрации переходного процесса на выходе модуля накачки заряда при установке режима динамической нагрузки микроконтроллер осуществляет коммутацию нагрузочного резистора путём отключения и включения в цепь нагрузки резистора сопротивлением 60 Ом и формирование синхросигнала запуска осциллографа в виде прямоугольных импульсов амплитудой 5 В и длительностью около 30 мкс.

Разработанный учебно-исследовательский стенд позволил провести комплекс исследований, в результате которых получены важные характеристики микросхемы MAX1759 фирмы Maxim Integrated Products.

Таким образом, рассмотренные методические особенности схемотехники ШИМ-контроллеров на асинхронных и синхронных счетчиках должны учитываться при проведении лабораторных работ.

Схемы ШИМ-контроллеров на двоичных счетчиках позволили расширить возможности использования EWB 5.12 в качестве лабораторного практикума по дисциплине силовая электроника.

Продемонстрирована возможность пополнения библиотеки компонентов EWB семейством заказных интегральных схем ШИМ-контроллеров.

Проведено схемотехническое моделирование основных схемных решений.

Список использованных источников

1. Бартенев, В. Г. Инновационный курс «Программируемая радиоэлектроника» для инженерных вузов / В. Г. Бартенев, В. К. Битюков, Е. Г. Кузеленкова // Цифровая обработка сигналов. – 2011. – № 4. – С. 37–41.
2. Битюков, В. К. Методические особенности построения управляемых выпрямителей с вольтодобавкой / В. К. Битюков, Д. С. Симачков // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 1. – С. 64–79.
3. Битюков, В. К. Выпрямитель с вольтодобавкой – объект для изучения аналоговой схемотехники / В. К. Битюков, Г. В. Битюкова, Е. Г. Кузеленкова, Д. С. Симачков // Материалы XI Международной научно-практической конференции “Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий ИНФО 2014”, 1-10 октября 2014 г., г. Сочи. М. : НИУ ВШЭ, 2014. – 660 с.
4. Найвельт, Г. С. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры / Г. С. Найвельт, К. Б. Мазель, Ч. И. Хусаинов. – М. : Радио и связь, 1985. – 576 с.
5. Каганов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи / В. И. Каганов, В. К. Битюков. – М. : Горячая линия-Телеком. 2012. – 542 с.
6. Битюков, В. К. Электропреобразовательные устройства / В. К. Битюков, А. А. Бокуняев, Э. М. Черниговская. – М. : МИРЭА, 2000. – 155 с.
7. Бабенко, В. П. Схемотехника электронной аппаратуры управления, контроля и мониторинга параметров волоконных лазеров и телекоммуникационных ВОСП. Компьютерное моделирование / В. П. Бабенко, В. Н. Серов, В. И. Шишкин. – М. : МИРЭА, 2013. – 98 с.
8. Бабенко, В. П. Компьютерное моделирование цифровых устройств / В. П. Бабенко, В. Н. Серов. – М. : МИРЭА, 2012. – 48 с.
9. Свиридов, А. Н. Приемные устройства оптического диапазона на основе антенных решеток / А. Н. Свиридов, В. П. Бабенко // Прикладная физика, 2010, № 2. – С. 92–96.
10. Бабенко, В. П. Схемотехника электронной аппаратуры управления, контроля и мониторинга параметров волоконных лазеров и телекоммуникационных ВОСП. Компьютерное моделирование / В. П. Бабенко, В. Н. Серов. – М. : МИРЭА, 2011. – 95 с.
11. Кардашев, Г. А. Цифровая электроника на персональном компьютере / Г. А. Кардашев. – М. : Горячая линия-Телеком. 2003. – 156 с.
12. Бабенко, В. П. Компьютерное моделирование аналоговых и аналогово-цифровых устройств / В. П. Бабенко, В. Н. Серов. – М. : МИРЭА, 2012. – 45 с.
13. Новиков, Ю. В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования / Ю. В. Новиков. – М. : Мир. 2001. – 380 с.
14. Битюков, В. К. Исследование характеристик стабилизированных источников электропитания, построенных на базе регулируемых DC–DC преобразователей с накачкой заряда. / В. К. Битюков, А. В. Богатов, Н. Г. Михневич, В. А. Петров // Научные технологии. 2012. – Т. 13. – № 5. – С. 5–15.
15. Битюков, В. К. Виртуальная лицевая панель реального стенда для дистанционного управления исследованием характеристик стабилизированных источников вторичного электропитания / В. К. Битюков, А. А. Иванов, Н. Г. Михневич и др. // Электромагнитные волны и электронные системы. 2014. – Т. 19. – № 1. – С. 52–57.
16. Патент на полезную модель №148265 Российская Федерация. МПК G01R 31/317/ Устройство для контроля параметров микросхем / В. К. Битюков, А. В. Богатов,

А.А. Иванов, Г.В. Куликов, Н.Г. Михневич, В.А. Петров; патентообладатель ФГБОУ ВПО МГТУ МИРЭА. – 2014132449/28 заявл. 06.08.2014; опубл. 27.11.2014. Бюл. №33.

17. Битюков, В. К. Учебно-исследовательский стенд регулируемого DC-DC преобразователя с накачкой заряда / В. К. Битюков, Н. Г. Михневич, В. А. Петров. // Материалы XI Международной научно-практической конференции “Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий ИНФО 2014”, 1-10 октября 2014 г., г. Сочи. М. : НИУ ВШЭ, 2014. – 660 с.

18. Битюков, В. К. Стабилизированные источники вторичного электропитания, построенные на базе регулируемых DC-DC преобразователей с накачкой заряда / В. К. Битюков, В. А. Петров. – М. : МГТУ МИРЭА, 2014. – 20 с.

References

1. Bartenev V. G., Bityukov V. K., Kozlenkov E. G. Innovative course "Programmable electronics for engineering universities. Digital signal processing. 2011. No. 4. Pp. 37–41.

2. Bityukov V. K., Skachkov D. S. Methodological features of construction of controlled-PIR rectifiers with voltage boost. *Uchebnyi experiment w obrazovanii*. 2014. No.1. Pp. 64–79.

3. Bityukov V. K., Bityukova G. V., Kozlenkov E. G., Skachkov D. S. Rectifier with voltage boost – object for the study of analog circuitry. Proceedings of the XI international scientific-practical conference “innovative information and communication technologies INFO 2014”, 1 to 10 October 2014, Sochi. Moscow, HSE, 2014. 660 p.

4. Neuwelt G. S., Mazel K. B., The power supplies of electronic equipment Handbook. Moscow, Radio and communication, 1985. 576 p.

5. Kaganov V. I., Bityukov V. K. Fundamentals of radio electronics and communication. Moscow, Telecom. 2012. 542 p.

6. Bityukov V. K., Bokonyi A. A., Chernihiv E. M. Electrical Converter devices: textbook. Moscow, MIREA. 2000. 155 p.

7. Babenko V. P., Serov V. N., Shishkin V. I. Electronic Circuitry of the control equipment, control and monitoring of parameters of fiber lasers and telecommunications-gravitational FOTS. Computational simulation. A textbook for students. Moscow, MIREA, 2013. 98 p.

8. Babenko V. P., Serov V. N. Computer modeling of digital devices. Moscow, MIREA, 2012. 48 p.

9. Sviridov A. N., Babenko V. P. Receptors in the optical range based on antenna arrays. *Applied physics*, 2010. No. 2. Pp. 92–96.

10. Babenko V. P., Serov V. N. Electronic circuitry of the control equipment, control and monitoring of parameters of fiber lasers and telecommunication WOSP. Computational simulation. Moscow, MIREA, 2011. 95 p.

11. Kardashev G. A. Digital electronics on a personal computer. Moscow, Telecom. 2003. 156 p.

12. Babenko V. P., Serov V. N. Computer modeling of analog and analog-to-digital devices. Moscow, MIREA, 2012. 45 p.

13. Novikov Yu. V. Fundamentals of digital circuitry. Basic elements and circuits. Methods of design. Moscow, Mir. 2001. 380 p.

14. Bityukov V. K., Bogatov V. A., Mikhnevich N. G., Petrov V. A. Investigation of the characteristics of stabilized power supplies based on the regulated DC-DC converters pumped charge. *Science technologies*. 2012, Vol. 13. No. 5. Pp. 5–15.

15. Bityukov V. K., Ivanov A. A., Mikhnevich N. G., Perfiliev V. S., Petrov V. A. Virtual front panel is a real stand for remote control of the study of the characteristics of stable secondary power sources. *Electromagnetic waves and electronic systems*. 2014. Vol. 19. No.1. Pp.52–57.

16. Patent for useful model №148265 Russian Federation. IPC G01R 31/317/ Device to control the parameters of chips. Bityukov V. K., Bogatov V. A., Ivanov A. A., Kulikov G. V., Mikhnevich N. G., Petrov V. A.; the patentee FGBOU VPO MGTU MIREA. 2014132449/28 Appl. 06.08.2014; publ. 27.11.2014. Bul. No. 33. 3 p.

17. Bityukov V. K., Mikhnevich N. G., Petrov V. A. Educational research stand adjustable DC–DC Converter pumped charge. Proceedings of XI International scientific-practical conference “innovative information and communication technologies INFO 2014”, 1 to 10 October 2014, Sochi. Moscow, 2014. 660 p.

18. Bityukov V. K., Petrov V. A. Stable secondary power source, based on the regulated DC-DC converters pumped charge. Methodical instructions to performance of laboratory work. Moscow, MIREA, 2014. 20 p.

УДК 535.317

ДЕМОНСТРАЦИЯ МЕТОДА ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В КУРСЕ РАДИОТЕХНИКИ

В. К. Свешников, Т. А. Сенькина

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева», г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. Приводится исследования по постановке демонстрации оптической связи с использованием лазерной указки.

Ключевые слова: лазер, частота, амплитуда, транзистор, фотодиод, излучатель, модулятор.

DEMONSTRATION METHOD OPTICAL COMMUNICATION IN THE COURSE OF RADIO ENGINEERING

V. K. Sveshnikov, T. A. Senkina

Abstract. We present a study on the demonstration staged by optical communication using a laser pointer.

Keywords: laser, frequency, amplitude, transistor, a photodiode, the emitter, the modulator.

В условиях дефицита лабораторного и демонстрационного оборудования одним из важных вопросов является разработка и постановка принципиально новых демонстраций с учетом современных достижений науки и техники.

В данной работе рассматривается постановка демонстрации «Оптическая связь» с использованием лазерной указки и применением недефицитных приборов и деталей, имеющих в лабораториях высших учебных заведений и средних школах.

Структурная схема беспроводной оптической связи состоит из передающего и приемного устройств (рис. 1). Передающее устройство включает в себя модулятор, на который поступает сигнал сообщения от преобразователя сигнала, например, микрофона. Далее усиленный модулированный сигнал по

амплитуде или частоте подается на излучатель. В настоящее время в качестве излучателя используется лазер.



Рис. 1. Структурная схема беспроводной оптической связи

Качество лазерной энергии определяется ее высокой концентрацией и возможностью передачи на значительное расстояние, «лазерный луч» можно сфокусировать в точку, диаметром порядка длины световой волны и получить высокую плотность энергии излучения. Кроме того, лазерный луч является емким носителем информации и в этой роли – принципиально новым средством её передачи и обработки [1].

В работе [2] приводятся устройства для осуществления оптической связи между двумя удаленными друг от друга пунктами с применением лазерной указки. Анализ приведенных схем передающего и приемного устройств показывает, что они сравнительно сложны и не позволяют обеспечить основное требование, предъявляемое к демонстрациям это наглядность. Поэтому при обосновании выбора схем были учтены эти недостатки.

В качестве источника сигнала, подаваемого на вход передающего устройства, использовали генератор стандартных сигналов, позволяющего изменять частоту сигнала в широких пределах.

Для обеспечения принципа наглядности сигнал с входа фотодетектора подавали непосредственно на электронно-лучевой осциллограф.

На рис. 2 приведена схема установки для демонстрации оптической связи между абонентами.

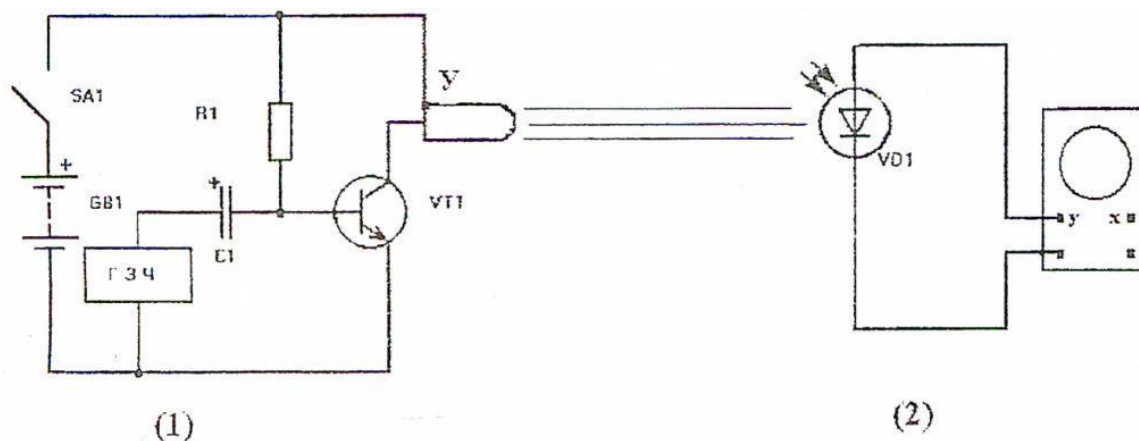


Рис. 2. Принципиальная схема установки для демонстрации оптической связи:
ГЗУ – генератор звуковой частоты; У – лазерная указка

В схеме установки использован генератор звуковой частоты ГЗ-109 осциллограф типа ОСУ-20, транзистор 2Т 603А, фотодиод типа 2Ф Д226. Резистор $R1 = 20 \text{ кОм}$, конденсатор $C1 = 10 \text{ мкФ}$. В качестве источника питания использована батарейка на 4,5 В. На рис. 3 приведена печатная плата передающего устройства.

Для выбора оптимального режима проведения демонстрационного эксперимента были сняты зависимости выходного напряжения, снимаемого с фотодиода от входного напряжения, частоты и расстояния между передающим и приемным устройствами.

На рис. 4 приведена зависимость выходного напряжения, снимаемого с фотодиода от напряжения подаваемого на передающее устройство на частоте 400 Гц. Из рис. 4 следует, что с увеличением входного напряжения от 0 до 1,5 мВ наблюдается возрастание выходного напряжения, что обусловлено нелинейными свойствами фотодиода.

При дальнейшем увеличении входного напряжения наблюдается медленный спад, что связано с режимом насыщения фотодиода.

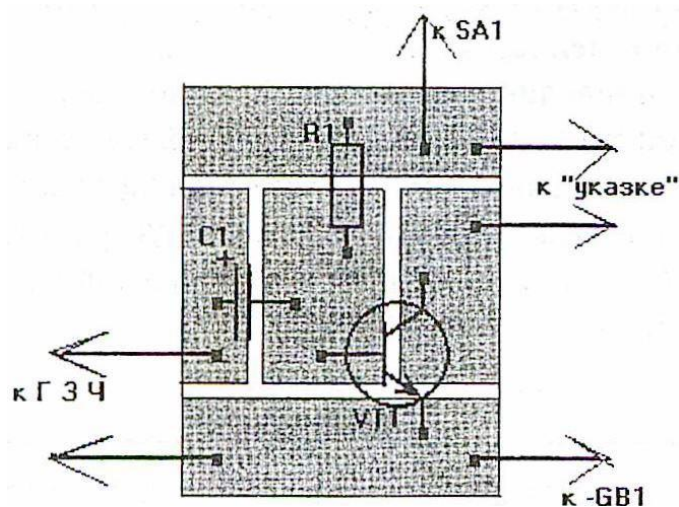


Рис. 3. Печатная плата передающего устройства

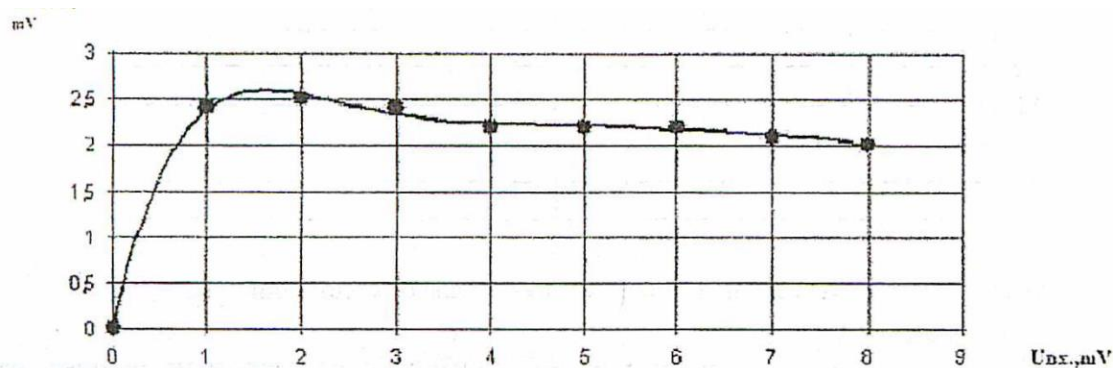


Рис. 4. Зависимость выходного напряжения, снимаемого с приёмника, от входного напряжения, подаваемого на передатчик

Зависимость выходного напряжения от частоты сигнала, подаваемого на передающее устройство при входном напряжении 2,5 mV приведена на рис. 5.

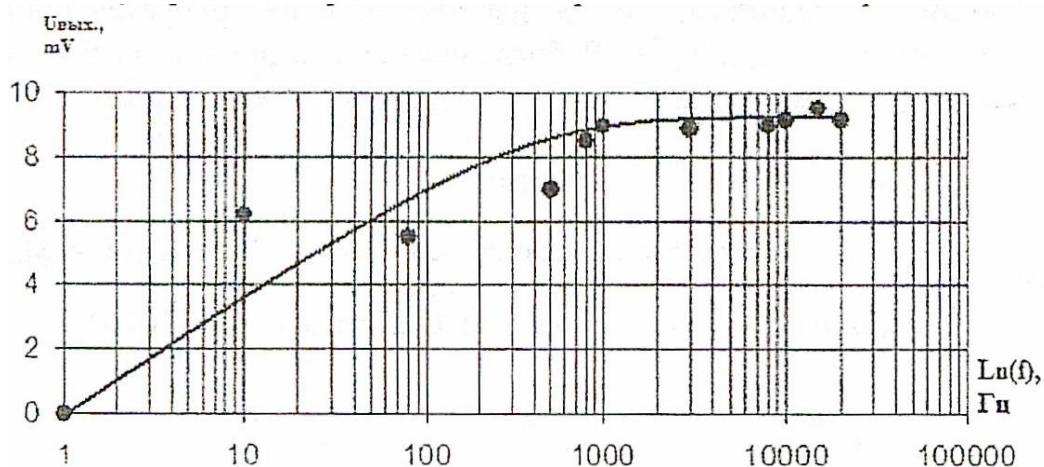


Рис. 5. Зависимость выходного напряжения сигнала от частоты

Из приведенной зависимости следует, что в диапазоне частот от 70 Гц до 1000 Гц наблюдается возрастание выходного напряжения. Возрастание напряжения связано с уменьшением сопротивления разделительного конденсатора С1. При увеличении частоты сигнала свыше 1000 Гц величина выходного напряжения практически не меняется.

На рис. 6 приведена зависимость выходного напряжения от расстояния между передающим и приемным устройствами и при выходном напряжении 2,5 mV и частоте сигнала 1000 Гц.

Из графика следует, что с увеличением расстояния L между передающим и приемным устройствами уменьшается выходное напряжение. Одной из причин снижения напряжения является рассеяние лазерного луча.

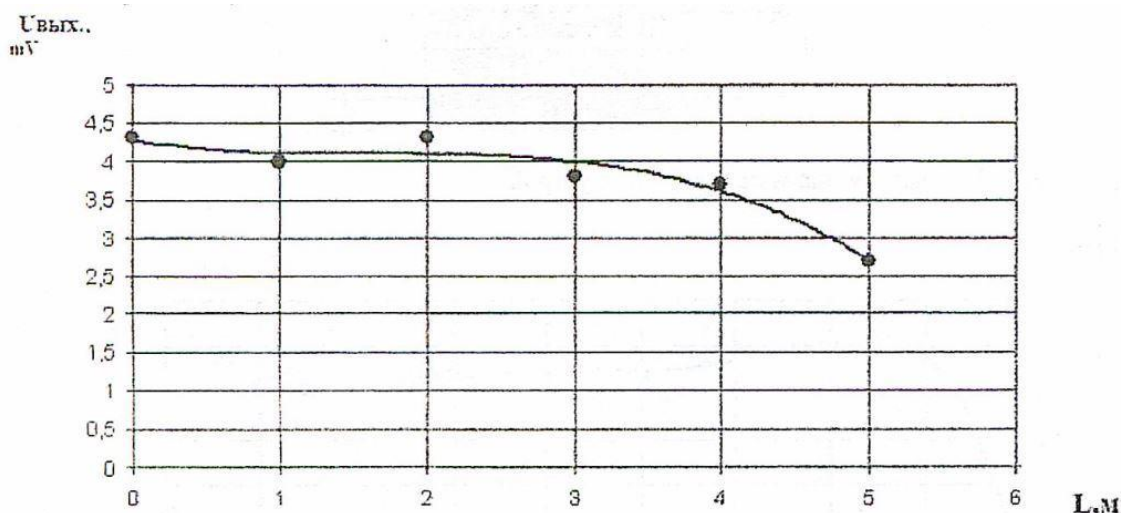


Рис. 6. Зависимость выходного напряжения сигнала от расстояния

Таким образом, из полученных экспериментальных данных следует, что демонстрационный эксперимент следует проводить на частоте 400 Гц и выходном напряжении сигнала 1,5–2 мВ. Расстояние между передающим и приемным устройствами можно варьировать от 0 до 4 м.

Предложенная демонстрационная установка «Оптическая связь» обеспечивает принцип наглядности. При её изготовлении не требуется применение дефицитных деталей и приборов.

Список использованных источников

1. Гауэрдж, Р. Оптические системы связи: пер. с англ. / Р. Гауэрдж. – М. : Радио и связь, 1989. – 504 с.
2. Солоненко, В. Лазерный светотелефон / В. Солоненко // Радио. – 2003. – № 1. – С. 56–57.

References

1. Gauerdzh , R. Optical communication systems : lane. from English. / R. Gauerdzh . Moscow, Radio i cwyaz, 1989. 504 p.
2. Solonenko V. Laser svetotелефон Moscow, Radio. 2003. No 1. Pp. 56–57.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОБОЯ КРИСТАЛЛОВ ADP И KDP

Ю. А. Маскаев, А. М. Шикин, С. А. Жури

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
имени Н. П. Огарёва» г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. Проведено изучение электрического пробоя $E_{пр}$ в разных кристаллографических направлениях беспримесных кристаллов дигидрофосфата аммония и дигидрофосфата калия в широком диапазоне температур. Установлено, что электрическая прочность кристаллов выше при постоянном испытательном напряжении, чем при переменном частотой 50 Гц. Выявлено, что тонкие слои кристаллов имеют электрическую прочность, большую, чем толстые.

Ключевые слова: электрическая прочность, пробой, кристаллографическое направление.

RESEARCH OF ELECTRIC BREAKDOWN OF ADP AND KDP CRYSTALS

Yu. A. Maskaev, A. M. Shikin, S. A. Zhurin

Abstract. The study of electrical breakdown in different crystallographic directions $E_{пр}$ undoped crystals ammonium dihydrogen phosphate and potassium dihydrogen phosphate in a wide temperature range. It was found that the dielectric strength of crystals above at a constant test voltage than with change-rated frequency of 50 Hz. Revealed that thin layers of crystals are electrically etc., of greater than thick.

Keywords: electric durability, breakdown, crystallographic direction.

Рассматриваемый материал был получен при проведении лабораторных занятий по курсу «Техника высоких напряжений».

Во всех диэлектрических кристаллах в сильных электрических полях нарушается стационарный режим электропроводности и возникает процесс, называемый пробоем. Развитие пробоя подготавливает условия для резкого возрастания силы тока, протекавшего через образец, в результате чего образуется канал пробоя, обладающий высокой электропроводностью. Конечным результатом электрического пробоя кристаллического диэлектрика является дробление вещества в начале пробоя, в конце пробоя – его выброс при бризантном разрушении, растрескивание по краям образца и стенок канала пробоя, т. е. механическое разрушение при завершении пробоя [1]. Сущность явления электрического пробоя кристаллического диэлектрика представляется как фазовый переход твердой структуры в газоплазменное состояние за счет поглощения кристаллом энергии электрического поля и энергии химической

связи распадающихся молекул.

Между различными видами пробоя [1–3] (чисто электрический пробой; пробой, вызванный внутренней или поверхностной ионизацией; тепловой пробой, электрохимический пробой), нельзя провести резкой грани, поскольку при полном пробое могут иметь место два или все три вида пробоя. О чисто электрическом пробое говорят в том случае, если за время, прошедшее между подачей напряжения на образец и началом пробоя не происходит значительного увеличения температуры образца, а так же разрушения и ионизации. Поэтому такой пробой принято называть низкотемпературным пробоем. В настоящее время для описания процессов пробоя наиболее часто применяются теории Фрелиха и Хиппеля [4].

В настоящее время накопилось достаточно экспериментальных факторов, показывающих, что электрический пробой твердых кристаллических диэлектриков обусловлен механизмом ударной ионизации электронами [1–3] (электронные токи в твердых диэлектриках в сильных электрических полях; эффект полярности при пробое в неоднородном электрическом поле; электрическое упрочнение и другое).

Излучение электронной лавины вызывает освобождение электронов из ловушек, и такие электроны, как и в случае пробоя газа, могут быть названы фотоэлектронами [5]. После прохождения электронной лавины остаётся столб захваченных электронов, а у поверхности анода – избыточный положительный заряд. Излучение лавины, достигшей анода, вызывает появление фотоэлектронов, которые начинают развитие положительного стримера.

Наиболее вероятным механизмом образования проводимости при разряде с отрицательного электрода является плавление кристалла по пути движения электронной лавины. Видимо, скорость плавления и определяет скорость продвижения разряда, который в данном случае может быть назван отрицательным стримером.

Кроме плавления возможны в результате электронной бомбардировки разрыв связи и выделение атомов металла, которые, коагулируя, образуют проводящий путь [6].

Для ионных кристаллов удалось показать, что при электролитовых (жидких) электродах электрическая прочность значительно выше, чем при металлических электродах [7].

Итак, можно высказать некоторые соображения о механизмах электрического пробоя кристаллических диэлектриков. В зависимости от условий (толщина диэлектрика, перенапряжение, наличие микроострий на катоде) могут развиваться лавинно-стримерный, многолавиный, электронно-термический пробой [1; 8; 9]. Из них первый определяется процессом ударной ионизации и процессами, обуславливающими зарождение стримера. В случае многолавино-стримерного пробоя к указанным процессам добавляется еще процесс эмиссии электронов с катода.

В случае электронно-термического пробоя, который может быть электрическим и тепловым, количество процессов еще больше и имеется такой

неопределённый фактор, как размеры и форма микроострий, расположенных на катоде. Отсюда понятно, что величина электрической прочности при лавинно-стримерном пробое наиболее просто связана с характеристиками кристалла, чем при других видах пробоя. Поэтому, если ставится задача установить влияние какого-либо структурного фактора (например, примесь, концентрация вакансий, дислокаций, кристаллографическая направленность поля и другие) на пробой кристалла, необходимо прежде всего осуществить лавинно-стримерный пробой. Для этого обычно достаточно взять образец толщиной приблизительно $5 \cdot 10^{-4}$ м и более.

Несмотря на множество теоретических и экспериментальных работ, посвященных рассмотрению свойств кристаллов *ADP* и *KDP*, до настоящего времени нет работ по систематическому изучению электрической прочности и возможного влияния на неё анионных примесей и внешних факторов.

Испытания на пробой проводят в однородном и неоднородном электрических полях. Однородность электрического поля между электродами сравнительно несложно обеспечить для газообразных и жидких диэлектриков, заполняющих все межэлектродное пространство [1; 6].

В случае твердого диэлектрика вопрос о создании электрического поля заданной конфигурации при пробое решается несколько сложнее. При приложении к электродам напряжения электрическое поле возникает не только в образце твердого диэлектрика, но и в среде, окружающей образец. При этом напряженность поля в окружающей среде обычно не контролируется.

Эти краевые разряды искажают поле в образце и он пробивается в условиях неконтролируемого неоднородного электрического поля [10]. Для установления простейших закономерностей пробоя и изучения механизма проводят испытания кристаллов в однородном электрическом поле

Как известно [1; 11], на результаты испытания может повлиять геометрия электродов. С увеличением площади электродов напряжение пробоя уменьшается (это явление четко выражено для тонких образцов). Часто это влияние площади электродов на напряжение пробоя можно отнести за счет собственных дефектов образца. При использовании плоских образцов на краях электродов наблюдая сгущение силовых линий, напряженность поля здесь выше.

Под влиянием краевого эффекта в неоднородном поле пробой образца чаще всего происходит у края электрода. Поэтому серьезной задачей является увеличение однородности поля в месте пробоя. Электрическая прочность кристаллов *ADP* и *KDP* исследовалась на установке, блок-схема которой показана на рис. 1. Основой установки является высоковольтный аппарат АИД–70Ц, предназначенный для испытания и диагностирования изоляции силовых кабелей и твердых диэлектриков напряжением постоянного тока отрицательной полярности до 70 кВ, а также жидких и твердых диэлектриков на переменном (50 Гц) напряжении до 50 кВ.

Измерение пробивного напряжения осуществлялась встроенным в аппарат цифровым киловольтметром класса точности 1,5.

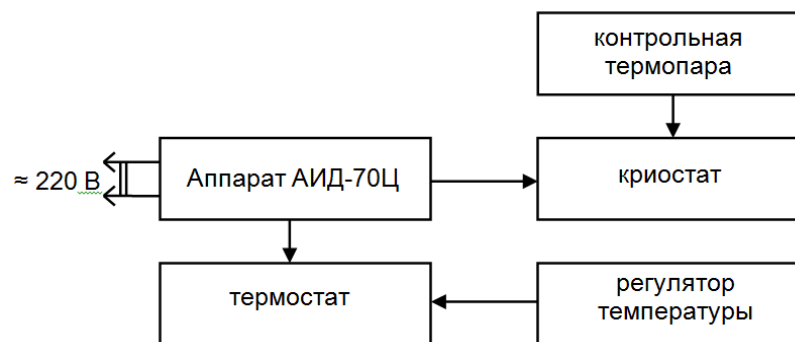


Рис. 1. Блок-схема установки для испытания электрической прочности кристаллов *ADP* и *KDP*

При испытаниях электрической прочности кристаллов в области низких температур использовался специально оборудованный криостат типа ТТ. Температура регулировалась и измерялась с помощью медь-константановой термопары с точностью ± 1 градус.

Для высоких температур использовался термостат на базе сушильного шкафа Ш-005. Термостатирование осуществлялось электронным реле, датчиком являлся контактный магнитный термометр ТК-6 с точностью до $\pm 0,1$ градус.

Температура контролировалась медь-константановой термопарой, расположенной в непосредственной близости от образца.

Для предупреждения краевых разрядов с целью более благоприятного распределения поля образец и электроды помещались в высококачественное предварительно просушенное трансформаторное масло. Это ослабляло напряженность электрического поля в окружающей образец среде и позволяло повысить начальное напряжение краевых разрядов и интенсивность теплообмена.

Величина электрической прочности для каждого образца рассчитывалась как $E_{np} = U_{np}/h$, где U_{np} – напряжение, при котором пробился образец; h – расстояние между электродами.

Как известно, для твердых диэлектриков характерен большой разброс в значениях пробивного напряжения от образца к образцу, что затрудняет выбор истинной величины электрической прочности исследуемого материала.

Рассмотрим причины разброса пробивного напряжения. Если принять, что образцы приготовлены в одинаковых условиях, то разброс будет обусловлен ошибкой в определении толщины и структурными особенностями образцов. Сюда относятся различные микродефекты, количество которых меняется от образца к образцу; поверхность электродов от образца к образцу также может быть различной.

Такие микродефекты, куда можно отнести и микротрещины, которые нарушая симметрию поля в образце, будут снижать величину пробивного напряжения, так как они облегчают возникновение разряда.

Для определения электрической прочности образца очень важно установить, соответствует ли канал пробоя направлению поля.

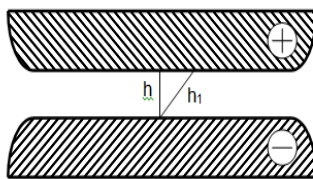


Рис. 2. Возможные направления пробоя между электродами

Если образец пробивается не по направлению приложенного поля, то величина электрической прочности, определяемая как $E_{np} = U_{np}/h$, где h - расстояние между электродами, в данном случае не характеризует направление пробоя (рис. 2). Поэтому после пробоя образцы просматривались под микроскопом для определения канала пробоя.

С учетом выше сказанного погрешность в определении электрической прочности кристаллов *ADP* и *KDP* не превышала $\pm 5-7\%$.

В настоящее время электрический пробой кристаллических диэлектриков принято считать электронным процессом, развивающимся во времени и пространстве при достижении определенного напряжения между электродами.

В момент, когда напряженность электрического поля в какой-то области образца достигает предельного значения, создаются условия для начала разряда, который и приводит к пробоему кристалла.

На образцы, подготовленные по описанной выше методике, наносилась тонкая серебряная фольга, затем они помещались между латунными цилиндрическими электродами высотой около 10 мм и диаметром около 5 мм со скругленными краями.

Поверхности образцов, на которые наносились электроды, тщательно полировались, промывались в безводном спирте, так как пробивное напряжение зависит от состояния поверхности электродов и материала, из которого они изготовлены [11].

Исследования зависимости электрической прочности кристаллов от места выреза проводились на образцах срезов *X*, *Z* и параллельно слоям роста. Для всех срезов получены принципиально одинаковые результаты; наблюдалась топография распределения электрической прочности по объему монокристаллов как *ADP*, так и *KDP*.

Одной из причин увеличения электрической прочности кристаллов к их вершине может быть, как показали наши исследования, уменьшение концентрации вошедшей в кристалл примеси и, как следствие этого, уменьшение электропроводности в пирамидальной части кристаллов по сравнению с призматической.

На рис. 3 показана схема вырезов и средние значения электрической прочности образцов X и Z -срезов. Исследования проводились при постоянном напряжении при комнатной температуре. Образцы с электродами помещались в высококачественное предварительно просушенное трансформаторное масло. Каждый образец испытывался не менее трех-пяти раз.

Беспримесные кристаллы дигидрофосфата аммония исследовались в интервале температур 163–383 К. Цифры следует понимать: 8 – $E_{np} = 8 \cdot 10^6$ В/м; 9 – $E_{np} = 9 \cdot 10^6$ В/м. Напряжение – постоянное.

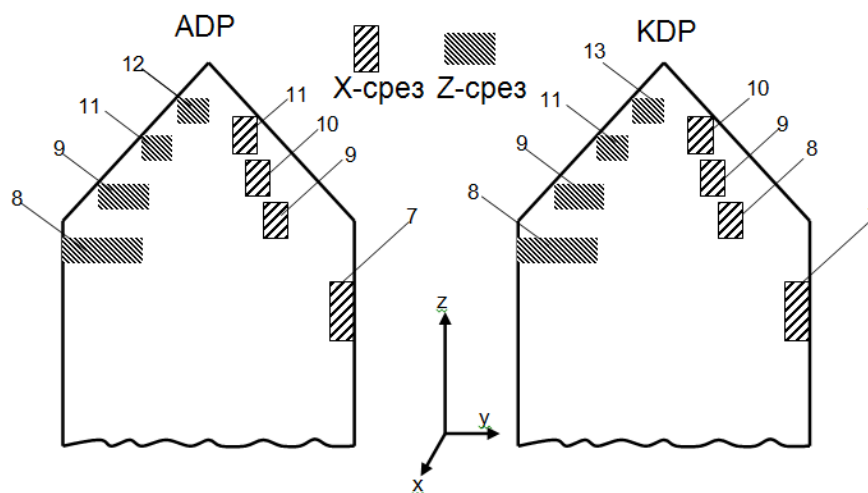


Рис. 3. Зависимость электрической прочности беспримесных кристаллов ADP и KDP от места выреза образцов

Испытания проводились при постоянном и переменном (50 Гц) напряжениях. Температура образца в каждой точке стабилизировалась с точностью ± 1 градус в течении 0,3–0,5 часа.

При отрицательных температурах образцы с электродами помещались в чистый керосин до 223 К, а еще ниже – в высококачественный бензин. Использовались образцы приблизительно одинаковой толщины (1,5–2,0 мм) X и Z -срезов, вырезанные из аналогичных областей монокристаллов.

Экспериментальные результаты измерения электрической прочности (E_{np}) в зависимости от температуры кристалла ADP на постоянном и переменном напряжении представлены на рис. 4.

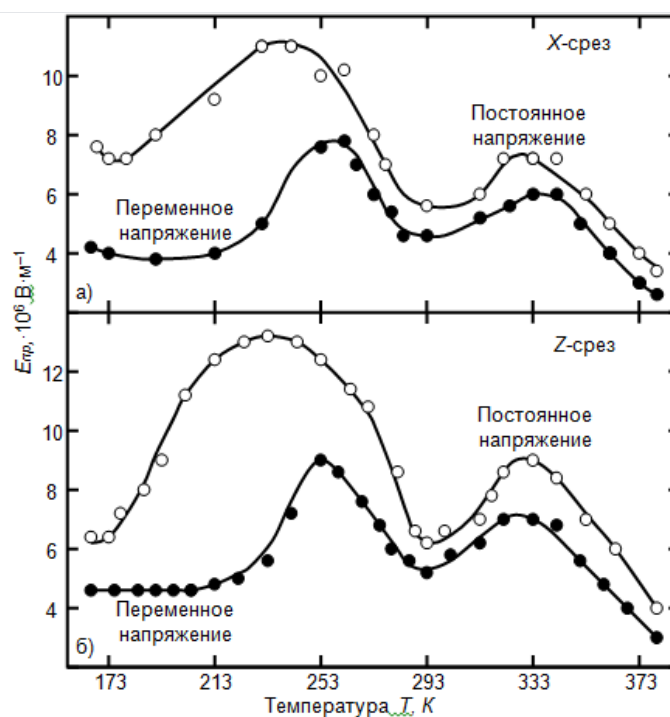


Рис. 4. Температурные зависимости электрической прочности X и Z-срезов кристалла ADP для постоянного и переменного испытательных напряжений

Из графиков видно, что $E_{пр}$ кристаллов ADP зависит от приложенного напряжения. Так как при подаче на образец переменного напряжения потери всегда больше по сравнению с соответствующей величиной постоянного напряжения, величина пробивного напряжения при переменном напряжении будет всегда меньше значения при постоянном напряжении.

Эта закономерность имеет вполне ясную физическую трактовку. Напряжение теплового равновесия начинается в среднем слое образца, где имеется наивысшая температура.

Выделяющаяся удельная энергия равна $\sigma \cdot E^2$, где σ – электропроводность, E – напряжённость электрического поля. В случае переменного напряжения $E_{\sim} = E_{ср} = U/2$, а в случае постоянного напряжения $E_{\sim} \ll E_{ср}$. Поэтому в случае переменного напряжения тепловое равновесие нарушается при меньшем напряжении, чем в случае постоянного напряжения.

Для исследованных кристаллов наблюдалась кристаллографическая направленность разряда. Анизотропия электрической прочности, как известно [11; 2], тесно связана с природой образования кристаллографически ориентированных путей пробоя, но до сих пор нет единого мнения о природе этого явления.

Остается неясным, обретает ли канал ориентацию из-за того, что в кристаллической решётке существуют направления, по которым условия ускорения электронов будут наиболее «благоприятны», как это предполагается в [11], или они возникают вследствие каких-либо причин, какими могут быть тепловые, механические и тому подобные эффекты [5].

Весьма вероятно, что процесс образования проводящего канала является результатом взаимодействия электронных (первичных) и механических (вторичных) процессов.

Теоретические расчеты, например [11; 9], для щелочно-галогидных кристаллов привели к выводу о существовании в кристаллической решетке направлений, где условия для ускорения электронов более «благоприятны» по сравнению с другими кристаллографическими направлениями.

Как показывают рис. 4 и рис. 5, электрическая прочность кристаллов *ADP* и *KDP* по направлению [001] (ось *Z*) выше, чем по [010] (ось *X*). Следовательно, направление [010] является предпочтительным для развития электрического пробоя кристаллов дигидрофосфатов аммония и калия.

Электрическая прочность E_{np} кристаллов *ADP* и *KDP* зависит от температуры – наблюдались максимумы при постоянном и переменном (50 Гц) напряжениях.

Начиная от комнатных температур E_{np} кристаллов *ADP* возрастала, достигая максимального значения на постоянном напряжении при 223–243 К. Переменное напряжение несколько смещает пик E_{np} (при отрицательных температурах) в область более высоких температур (рис. 4, а, б).

Кристаллы *KDP* исследовались в интервале температур 103–373 К. Испытания проводились постоянным и переменным (50 Гц) напряжением. Условия испытаний были такими же, как и для кристаллов *ADP*. В опытах использовались образцы толщиной 1,5–1,8 мм *X* и *Z*-срезов.

Экспериментальные результаты измерений температурной зависимости электрической прочности при постоянном напряжении представлены на рис. 5.

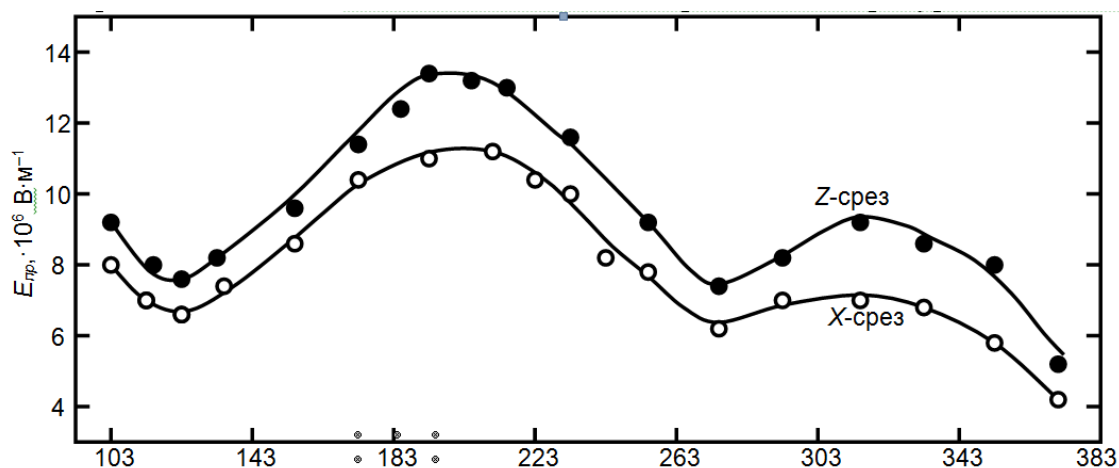


Рис. 5. Зависимость электрической прочности E_{np} от температуры кристалла *KDP* на постоянном напряжении

Как следует из графиков, электрическая прочность кристаллов *KDP* также зависит от кристаллографического направления. На температурной зависимости E_{np} для *KDP* также имеются максимумы – при 333–343 К (в области положительных температур) и при 213–197 К (в области отрицательных

температур) для образцов как X , так и Z -срезов. Далее $E_{пр}$ уменьшается и ниже температуры фазового перехода (123 K) снова начинает возрастать.

Для объяснения немонотонности кривых температурных зависимости можно воспользоваться гипотезой Хиппеля, согласно которой снижение пробивной прочности вызывается искажением поля за счет образования объемных зарядов при низких температурах отрицательного (электронного), обусловленного холодной эмиссией с катода, а при высоких температурах – положительного (ионного), обусловленного проводимостью кристалла.

Возможно, что при некоторых температурах оба заряда так компенсируют друг друга, что поле остается относительно неискаженным и пробивная прочность достигает максимума. Величина электронного объемного заряда, очевидно, зависит от температуры эмиссии электронов с катода, а, следовательно, с одной стороны, от материала катода и состояния поверхности контакта, а с другой стороны – от концентрации электронных ловушек в кристалле, т. е. от степени загрязнения кристалла, предварительной тепловой обработки [9].

Список использованных источников

1. Воробьев, Г. А. Физика диэлектриков (область сильных полей) / Г. А. Воробьев, Ю. П. Похолков, Ю. Д. Королев, В. И. Меркулов // Томск : Изд-во ТПУ, 2003. – 243 с.
2. Стахерский, Э. В. Физика диэлектриков. Электрическая прочность диэлектриков / Э. В. Стахерский. – Иркутск : Изд-во Иркутского политехн. Ин-та, 1979. – С. 65.
3. Куликов, В. Д. Электрический пробой ионных кристаллов / В. Д. Куликов // Томск. – Изд-во Томского ун-та. – 1968. – 210 с.
4. Хиппель, А. Р. Диэлектрики и волны / А. Р. Хиппель – М. : Госэнергоиздат, 1959. – 336 с.
5. Вершинин, Ю. Н. Перегревная неустойчивость в кристаллических изоляторах в предпробивном электрическом поле / Ю. Н. Вершинин, Ю. А. Зотов // ФТТ, Т. 17, вып. 3, 1975. – С. 826–832.
6. Вершинин, Ю. Н. Электрический пробой твердых диэлектриков / Ю. Н. Вершинин // Изд-во «Наука», Сибирское отделение. – 1968. – 210 с.
7. Корицкий, Ю. В. Электротехнические материалы / Ю. В. Корицкий. – Гос. энергетическое издание. – М.–Л. – 1962. – 316 с.
8. Борисова, М. Э. Физика диэлектриков / М. Э. Борисова, С. Н. Койков // Л. : Изд-во ЛГУ, 1979. – 240 с.
9. Хиппель, А. Р. Диэлектрики и их применение / А. Р. Хиппель. – М. : Госэнергоиздат, 1959, – 336 с.
10. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений / В. Ф. Важов, Ю. И. Кузнецов, Г. Е Куртенков и др. – Томск : Изд-во Томского политехнического ун-та, –2010. – 208 с.
11. Сканави, Г. И. Физика диэлектриков (область сильных полей) / Г. И. Сканави. – М. : ГИФМЛ. – 1958. – 907 с.

References

1. Vorobyov G. A. Physic of dielectrics (area of strong fields).Tomsk, Publishing house of TPU, 2003. 243 p.
2. Stakhersky E. V. Physic of dielectrics. Electric durability of dielectrics. Irkutsk, Publishing house Irkutsk Polytechnic Institute, 1979, p. 65.
3. Kulikov V. D. Electric breakdown of ionic crystals. Tomsk, Publishing house Tomsk un-that, 1968, 210 p.

4. Hippel A. R. Dielectrics and waves. Moscow, Gosenergoizdat, 1959. 336 p.
5. Vershinin Yu. N. Peregrevnaya instability in crystal insulators in prepenetrative electric field. FTT, v. 17, no 3, 1975. Pp. 826–832.
6. Vershinin Yu. N. Elektrichesky breakdown of solid dielectrics. Publishing house "Science", Siberian office. 1968, 210 p.
7. Koritsky Yu. V. Electrotechnical materials. State. power edition. Moscow-Leningrad, 1962, 316 p.
8. Borisova M. E. Physic of dielectrics. Leningrad, Publishing house LGU, 1979. 240 p.
9. Hippel A. R. Dielectrics and their application. Moscow, Gosenergoizdat, 1959, 336 p.
10. Vazhov V. F. Equipment of high tension. Tomsk, Publishing house Tomsk polytechnical un-that, 2010. 208 p.
11. Skanavi G. I. Physic of dielectrics (area of strong fields). GIFML, Moscow, 1958. 907 p.

УДК 621.3.087.4

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕТЛИ ТЕПЛООВОГО ГИСТЕРЕЗИСА СИЛОВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

Д. П. Новиков, Р. А. Давыдов

*ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет
имени Н. П. Огарёва», г. Саранск, Российская Федерация*

Аннотация. В статье приводится описание устройства, снимающего петлю теплового гистерезиса прямой вольтамперной характеристики силовых MOSFET и IGBT транзисторов. Рассмотрена структурная схема прибора с возможностью вывода результатов измерений на ПК. Подробно описан процесс пропускания импульса тока через транзистор с целью получения петли теплового гистерезиса.

Ключевые слова: петля теплового гистерезиса, силовой транзистор, надежность транзисторов.

THE DEVICE FOR MEASURING OF THE THERMAL HYSTERESIS LOOP OF POWER TRANSISTORS

D. P. Novikov, R. A. Davydov

Abstract. The article describes a device that measures the thermal hysteresis loop of direct current-voltage characteristics of the power MOSFET and IGBT transistors. The structural scheme of the device with the possibility of displaying the results of measurements on the PC viewed. Process of passing a current pulse through the transistor in order to obtain thermal hysteresis loop described.

Keywords: thermal hysteresis loop, the power transistor, the reliability of the transistors.

Устройство, рассматриваемое в данной работе, предназначено для измерения тепловых параметров силовых транзисторов и позволяет производить оценку качества изделия без приложения разрушающего воздействия.

В основу метода положено измерение размеров петли теплового гистерезиса прямой вольтамперной характеристики силового транзистора.

Если через силовой транзистор в открытом проводящем состоянии пропустить импульс большого тока малой длительности (единицы – десятки миллисекунд), форма импульса – единичный треугольный или колоколообразный, то на прямой вольтамперной характеристике образуется петля теплового гистерезиса (рис. 1).

При начальной температуре полупроводникового перехода в 25°C нарастает напряжение импульса, увеличивается ток.

Транзистор нагревается, и вольтамперная характеристика смещается.

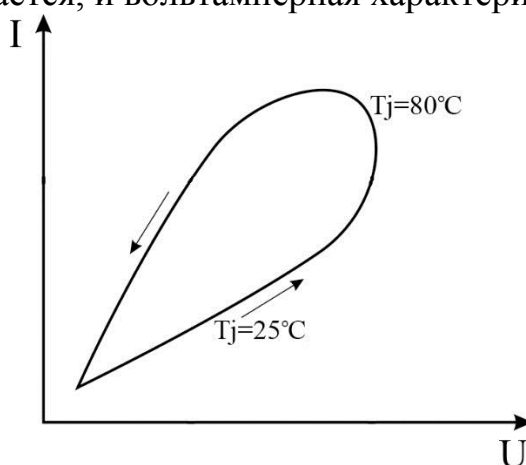


Рис. 1. Теоретический вид петли теплового гистерезиса

На пике импульса, при большой мощности, выделяемой на транзисторе, температура полупроводникового перехода достигает, например, 80°C , следовательно, вольтамперная характеристика транзистора смещается еще сильнее.

Со спадом напряжения импульса ток уменьшается медленнее, повторяя вольтамперную характеристику транзистора, характерную для температуры полупроводникового перехода в 80°C . Таким образом, образуется петля теплового гистерезиса.

Площадь петли теплового гистерезиса прямой вольтамперной характеристики силового транзистора зависит от степени нагрева полупроводниковой структуры транзистора во время прохождения импульса. Степень нагрева зависит от: качества полупроводника, качества контакта металлических выводов к поверхности полупроводника, качества теплоотвода в корпусе транзистора и качества самого корпуса.

Таким образом, площадь теплового гистерезиса является характеристикой качества силового транзистора, и несложное измерение петли теплового гистерезиса может быть использовано для определения качества силовых транзисторов, их отбраковки, тестирования транзисторов одной партии [1].

Для моделирования процесса получения графика петли теплового гистерезиса силового транзистора создадим в Multisim LC-контур большой мощности, заряжаемый от источника постоянного напряжения и разряжаемый на испытуемый силовой транзистор (рис. 2).

Включим в контур силовой диод, тогда затухающие гармонические колебания контура превратятся в импульс колоколообразной формы с затянутым срезом (рис. 3а).

Подключим к испытуемому транзистору осциллограф для снятия падения напряжения, к токовому шунту – для снятия значения тока. Настроим осциллограф на снятие вольтамперной характеристики [2].

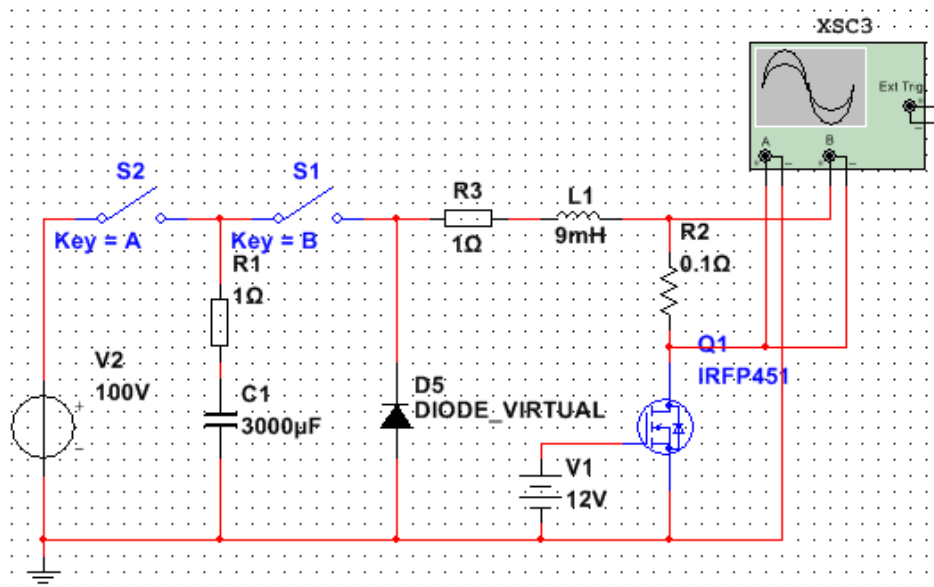


Рис. 2. Моделирование процесса снятия петли теплового гистерезиса в Multisim

Так как в Multisim отсутствуют подходящие модели транзисторов, учитывающие нагрев полупроводниковой структуры и изменение вольтамперной характеристики, снимем вольтамперную характеристику для одного силового транзистора (характеристика Б, рис. 3б). После чего заменим этот транзистор на похожий, с более высоким рабочим током, и снимем вторую вольтамперную характеристику (характеристика А). При наложении снятых характеристик получаем петлю, похожую на петлю теплового гистерезиса для случая испытаний одного транзистора.

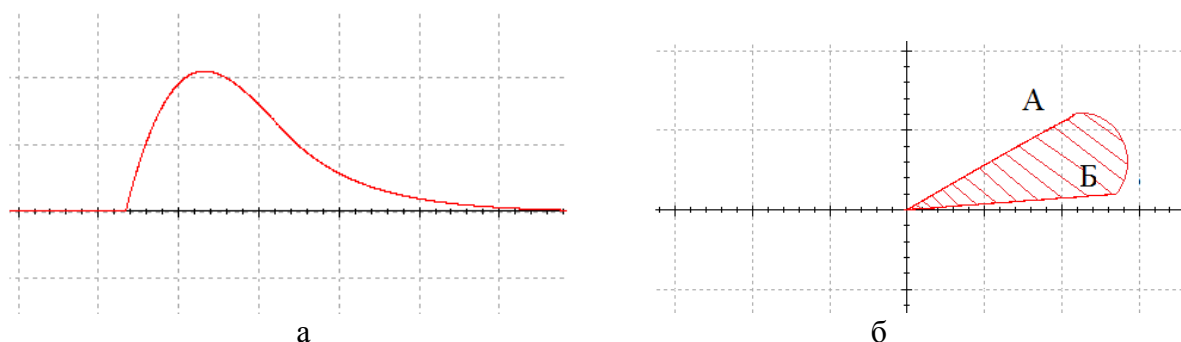


Рис. 3. Импульс колоколообразной формы, подаваемый на транзистор, (а)

и вид моделируемой петли теплового гистерезиса (б)

Разработаем структурную схему устройства для измерения размеров петли теплового гистерезиса силового транзистора (рис. 4). Устройство содержит: ГИ – генератор импульсов силового тока, БП – блок питания для обеспечения работы вычислительной части схемы и подачи отпирающего напряжения или тока на исследуемый транзистор, ИП – исследуемый прибор (транзистор или тиристор), ЦС I и ЦС U – цепи согласования датчиков тока и напряжения со входами АЦП микроконтроллера, БУ – блок управления, а также ядро и периферийные модули 12-бит 1 МГц АЦП и Full-Speed USB в составе микроконтроллера STM32F103.

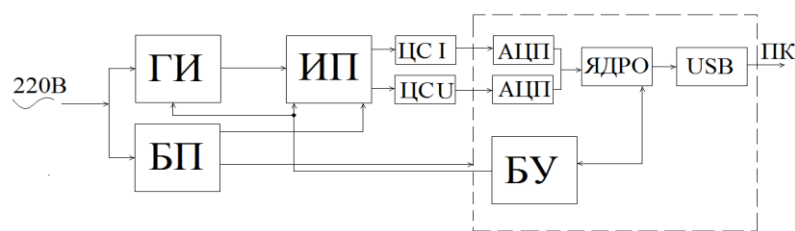


Рис. 4. Структурная схема устройства для измерения размеров петли теплового гистерезиса

Устройство включается в сеть переменного напряжения 220 В. Блок питания формирует напряжение +3.3 В для питания цифровой части схемы и микроконтроллера, опорное напряжение +2.499 В для повышения точности АЦП и +15 В для питания драйвера, открывающего исследуемый силовой транзистор.

Генератор импульсов силового тока состоит из накопительной емкости в виде батареи конденсаторов и индуктивности, образующих LC-контур. В контур включается мощный диод катодом между емкостью и индуктивностью, анодом – на общую точку. По команде с блока управления замыкается первый ключ и через повышающий трансформатор и диодный мост начинает заряжаться накопительная емкость. По достижении на емкости достаточного уровня напряжения первый ключ закрывается. Подается отпирающее напряжение на исследуемый силовой транзистор. Затем замыкается второй ключ, и через транзистор образуется замкнутый контур тока. Разряжается накопительная емкость, и благодаря включению диода в LC-контур образуется импульс мощного тока колоколообразной формы. Длительность импульса составляет от 1 до 10 мс и изменяется путем неполной зарядки накопительной емкости. Таким же образом изменяется максимальная амплитуда.

Исследуемый прибор представляет собой силовой транзистор – полевой с каналом n-типа или биполярный n-p-n. А также может быть представлен тиристором, составным транзистором или сборкой в виде транзисторного модуля, IGBT транзистором. Максимальное отпирающее напряжение +15 В, ток – 6 А.

Цепи согласования измерителей тока и напряжения со входами АЦП микроконтроллера представляют собой датчики и токовые шунты, делители

напряжения и при необходимости операционные усилители. Цель цепей согласования – оптимально соотнести диапазоны изменения напряжений с датчиков к диапазону чувствительности 12 битного АЦП от 0 до +2.499 В.

Блок управления реализуется с помощью 32-битного микроконтроллера STMicroelectronics серии STM32F103 с тактовой частотой 72 МГц. Внутренняя программа (прошивка) настраивается на снятие показаний с АЦП с частотой 1МГц, преобразование данных и передачу по интерфейсу USB. Интерфейс USB реализован аппаратно в микроконтроллере, соединение с компьютером осуществляется по протоколу HID.

По сигналу с блока управления происходит открывание исследуемого силового прибора в режим проводимости. Затем формируется и подается на исследуемый прибор импульс тока большой амплитуды и длительностью до 10 мс.

В течение всего периода длительности импульса с датчиков тока и напряжения, подключенных к исследуемому прибору, путем включения и преобразования АЦП снимаются показания и передаются по шине USB на компьютер, где их получает диагностическая программа. По получаемым данным строится прямая вольтамперная характеристика или, при необходимости, другие виды зависимостей тока и напряжения.

В связи с нагревом исследуемого полупроводникового прибора от импульса тока большой амплитуды прямая вольтамперная характеристика формируется в виде гистерезисной петли, размеры которой, в частности площадь, в автоматическом режиме измеряет диагностическая программа.

Список использованных источников

1. Бардин, В. М. Надежность силовых полупроводниковых приборов / В. М. Бардин. – М. : Энергия, 1978. – 96 с.
2. Бардин, В. М. Аппаратура и методы контроля параметров силовых полупроводниковых вентилях / В. М. Бардин, Л. Г. Моисеев, Ж. Г. Сурочан, О. Г. Чебовский. – М. : Энергия, 1971. – 178 с.
3. Мартыненко, В. А. Исследования статических и динамических ВАХ мощных тиристоров в проводящем состоянии / В. А. Мартыненко, В. В. Сорокин, А. А. Хапугин, Г. Д. Чумаков // Электроника и информационные технологии: электронное научное периодическое издание. – 2009, вып. 3. – URL: <http://fetmag.mrsu.ru>.

References

1. V. M. Bardin. The reliability of power semiconductors. Moscow, 1978. 96 p.
2. V. M. Bardin, L. G. Moiseev, Zh. G. Surochan, O. G. Chebovskij. The apparatus and methods for controlling the parameters of power semiconductor devices. Moscow, 1971. 178 p.
3. V. Martynenko, V. Sorokin, A.A. Khapugin, G.D. Chumakov. Research static and dynamic CVC power thyristors in the conducting state. Electronics and information technology: electronic scientific periodicals. 2009, vol. 3. URL: <http://fetmag.mrsu.ru>.

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Философское обоснование научного открытия <i>Зейналов Гусейн Гардаш оглы</i>	6
Особенности изучения рынка труда в учебном курсе «Экономика» <i>Г. А. Крицкая, А. М. Котков, Е. П. Тюрин</i>	10
Ожидания от педагогического эксперимента <i>Д. И. Долгов</i>	14
Содержание вариативной подготовки бакалавров по направлению педагогическое образование с использованием средств информационных и коммуникационных технологий <i>Ю. А. Хвостова</i>	23

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Использование единого подхода при изучении колебательных процессов в курсе физики общеобразовательной школы при проблемной организации учебного процесса <i>Х. Х. Абушкин, А. Х. Биккиняева</i>	29
Применение функциональных возможностей программ оптического моделирования при разработке и исследовании элементов осветительных систем в учебном процессе <i>И. И. Байнева</i>	36
Формирование алгоритмической культуры при изучении специализированных программных сред <i>Т. В. Кормилицына</i>	44
Реализация дистанционных образовательных технологий с использованием вебинаров <i>Н. В. Вознесенская</i>	49

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Волны на заряженной поверхности цилиндрического столба жидкости <i>Н. А. Лемясева</i>	54
Методические особенности компьютерного моделирования ШИМ-контроллеров <i>В. П. Бабенко, В. К. Битюков</i>	60

Демонстрация метода оптической связи в курсе радиотехники <i>В. К. Свешников, Т. А. Сенькина</i>	74
Исследование электрического пробоя кристаллов ADP и KDP <i>Ю. А. Маскаев, А. М. Шикин, С. А. Журин</i>	79
Устройство для измерения петли теплового гистерезиса силовых транзисторов <i>Д. П. Новиков, Р. А. Давыдов</i>	88

CONTENTS

HUMAN SCIENCES

THE PHILOSOPHICAL BACKGROUND OF SCIENTIFIC DISCOVERY <i>Zeynalov Guseyn Gardash Ogly</i>	6
FEATURES THE LABOR MARKET IN THE TRAINING COURSE "ECONOMICS" <i>G. Kritskaya, A. Kotkov, E. Tyurin</i>	10
EXPECTATIONS PEDAGOGICAL EXPERIMENT <i>Dolgov Dmitry</i>	14
THE CONTENT OF VARIABLE TRAINING OF FUTURE BACHELORS IN THE DIRECTION PEDAGOGICAL EDUCATION WITH USE OF MEANS OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES <i>Yulia Hvostova</i>	23

SCIENCE

THE IDEAS OF A UNIFIED APPROACH IN THE STUDY OF OSCILLATORY PROCESSES IN PHYSICS OF SECONDARY SCHOOL PROBLEMS OF ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS <i>H. H. Abushkin, A. H. Bikkinyaeva</i>	29
THE BASIC FUNCTIONALITY OF THE OPTICAL MODELING SOFTWARE AND THEIR USE IN DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE ELEMENTS LIGHTING SYSTEMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS <i>I. I. Bayneva</i>	36
THE FORMATION OF ALGORITHMIC CULTURE IN THE STUDY OF SPECIALIZED PROGRAMS <i>T. V. Kormilitsyna</i>	44
REALIZATION OF REMOTE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES USING WEBINARS <i>Voznesenskaya Natalia</i>	49

ENGINEERING SCIENCE

WAVES ON THE CHARGED SURFACE CYLINDRICAL LIQUID COLUMN <i>N. A. Lemyaseva</i>	54
SPECIAL METHODOLOGY OF COMPUTER SIMULATION OF PWM-CONTROLLERS <i>V. P. Babenko, V. K. Bityukov</i>	60
DEMONSTRATION METHOD OPTICAL COMMUNICATION IN THE COURSE OF RADIO ENGINEERING <i>V. K. Sveshnikov, T. A. Senkina</i>	74
RESEARCH OF ELECTRIC BREAKDOWN OF ADP AND KDP CRYSTALS <i>Yu. A. Maskaev, A. M. Shikin, S. A. Zhurin</i>	79
THE DEVICE FOR MEASURING OF THE THERMAL HYSTERESIS LOOP OF POWER TRANSISTORS <i>D. P. Novikov, R. A. Davydov</i>	88

**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ,
ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА
«УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ»**

Журнал «Учебный эксперимент в образовании» 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 Сведения об авторе(ах): ФИО (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, факс, e-mail, почтовый индекс и адрес.

1.5 Фамилия и инициалы автора(ов), название статьи, аннотация (не более 0,3 стр.), ключевые слова и фразы на русском и английском языках.

1.6 В конце статьи – список литературы (оформление – см. п. 2.6.).

1.7 Индекс УДК (универсальная десятичная 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 по 20 мм формата А4. Обязательна нумерация страниц по центру.

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 – Arial № 10 (обычный).

2.5 Список литературы размещается в конце статьи в порядке последовательности ссылок в тексте. Ссылки на литературу в тексте заключаются в квадратные скобки. Оформление списка литературы проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003.

2.6 Рукопись должна быть тщательно отредактирована и подписана автором(ми) с обратной стороны последней страницы с указанием контактных телефонов.

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 MicrosoftWord (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 Т. В. Кормилицыной 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 членами редколлегии в течение месяца.

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

5.3 Редакционная коллегия 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.

5.5 Редакционная коллегия 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.

5.6 Редакционная коллегия предоставляет автору бесплатный экземпляр журнала, содержащий опубликованную статью.

Подписка

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

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 для
подписки в каталоге «Почта России» – 31458.

Подписная цена на полугодие – 346 руб. 62 коп.

По всем вопросам подписки и распространения журнала 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

Подписано в печать

Формат 70x100 1/16. Печать ризография.

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 15,5.

Тираж 250 экз. Заказ № .

ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт
им. М. Е. Евсевьева»

Редакционно-издательский центр

430007, г. Саранск, ул. Студенческая, 11 а
