

ISSN 2079-875X

УЧЕБНЫЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТ  
В ОБРАЗОВАНИИ

Научно-методический журнал

3/2015

**Scientific and methodological journal**

**Uчебnyi experiment  
w obrazovanii**

**Научно-методический  
журнал**

**№ 3 (75) (июль – сентябрь)  
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

№ 3 (75) (yuli – september)

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](http://www.mordgpi.ru)

# ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 338

## УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАК ФАКТОР ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ

И. П. Данилов<sup>1</sup>, С. П. Бурланков<sup>2</sup>, И. Е. Ильина<sup>3</sup>, Д. И. Долгов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Московский гуманитарно-экономический институт  
(Чувашский филиал), г. Чебоксары, Российская Федерация

<sup>2</sup>РЭУ им. А. Н. Плеханова, г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Российский научно-исследовательский институт экономики, полити-  
ки и права в научно-технической сфере, г. Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический институт  
имени М. Е. Евсевьева» г. Саранск, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время выбор уровня управления на каждой стадии и формулировка целей решает главный вопрос о достижении основной цели предприятия – максимизация прибыли коммерческого предприятия. Определено влияние уровня управления на промышленность как фактор достижения цели существования коммерческого предприятия – получение прибыли.

**Ключевые слова:** управление, промышленность, фактор, цель, влияние.

## LEVEL OF INFLUENCE OF INDUSTRY AS A FACTOR TO ACHIEVE GOALS

I. P. Danilov, S. P. Burlankov, I. E. Ilina, D. I. Dolgov

**Abstract.** Currently, the choice of the level control at each stage of the formulation of goals and solves the main issue of achieving the main goal of the enterprise is to maximize profits of commercial enterprises. The influence of management level on the industry as a factor in the achievement of the objective existence of a commercial enterprise is profit.

**Keywords:** management, production factor, the purpose of influence.

Совокупность средств производства и производственных процессов по преобразованию предметов труда в готовую продукцию представляет собой физическую (вещественную), или производственную, систему. Особенностью производственной системы в условиях рынка является то, что в нее входят и нематериальные элементы: постоянные деловые связи, положение на рынке, приобретенная репутация, клиентура [2, с. 355].

Система управления делится на две подсистемы: управляющую и управляемую. Для осуществления функций управления управляющая подси-

стема должна располагать необходимыми ресурсами (материальными, трудовыми, финансовыми), обеспечивающими реализацию управленческих воздействий. Управляющая подсистема выполняет функции управления производством. Она включает в себя аппарат управления со всеми работниками и техническими средствами: устройства связи, сигнализации, счетную технику и т. д. В каждом хозяйственном звене управление решается по-разному, т. е. количество ступеней и количество управляющих органов на каждой ступени определяется целями, задачами и функциями управления.

Каждая организация, объединение, отрасль и народное хозяйство в целом управляется только определенным органом. Этот орган наделен полнотой прав и имущественной самостоятельностью, требуемой для управления. Для оперативного решения вопросов необходим минимум инстанций управления. При этом требуется четкое разграничение ответственности отдельных ступеней управления и их функций [8, с. 455].

В свою очередь управляющая подсистема состоит из двух частей: управляющая производством и управляющая процессами дальнейшего совершенствования, как производства, так и самой управляющей подсистемы.

В управляющей подсистеме выделяются следующие элементы: планирующий (определяет перспективу развития и будущее состояние системы производства); регулирующий (направлен на поддержание и совершенствование установленного режима работы предприятия); маркетинг; учетный и контрольный (получение информации о состоянии управляющей подсистемы). Необходимость наличия этих элементов в системе основана на сущности управления и потребности выполнения соответствующих функций [9, с. 255].

Управляемая подсистема осуществляет многообразные процессы производства. В нее входят участки в составе определенных групп рабочих мест, цехи в составе производственных и вспомогательных участков, предприятия в составе основных и вспомогательных цехов, отрасли в составе предприятий и т. д. [6, с. 355]. Их функционирование взаимосвязано и взаимообусловлено. Управляющая и управляемая подсистемы образуют систему управления хозяйством [8, с. 817].

Управляющая подсистема непрерывно посылает в управляемую подсистему информацию в виде управленческих решений. Основой для выработки управленческих решений является информация управляемой подсистемы и информация, поступающая из внешней среды. Под влиянием решений осуществляется взаимодействие между элементами системы.

Каждая из подсистем самоуправляющаяся, постоянно находящаяся под воздействием систем более высокого уровня, которые характеризуются наличием структуры, уровнем организации, способностью воспринимать воздействие от внешней среды и в свою очередь воздействовать на нее [9, с. 355].

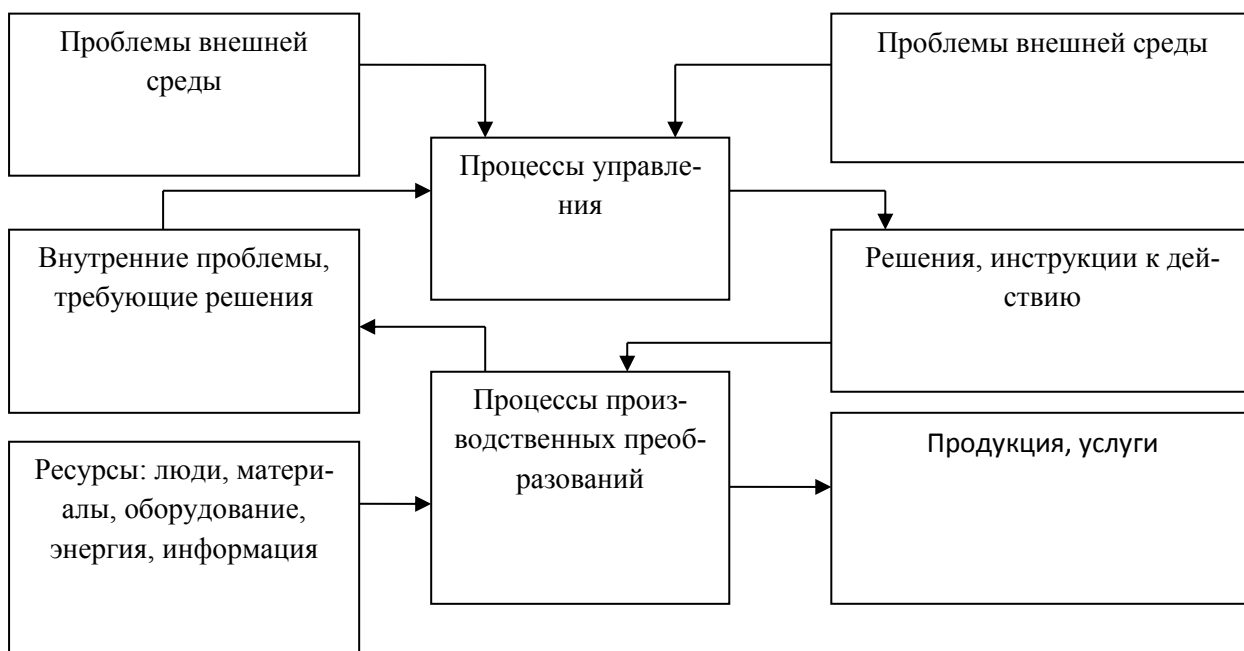
Под структурой понимают соотношение подразделений системы, их взаимосвязь и соподчиненность, под организацией – создание подразделе-

ний, обеспечение их взаимодействия, функционирования и развития системы.

Сложность народного хозяйства предполагает необходимость системного подхода к формированию и решению задач управления. При системном подходе, во-первых, каждый объект управления рассматривается как система, состоящая из множества подсистем; во-вторых, четко определяются цели системы и ее подсистем; в-третьих, эффективно обеспечивается достижение этих целей. Важной чертой системного подхода является то, что ни задачи приспособляются к сложившейся организации, а организация строится исходя из характера задач и методов их реализации.

Управление выступает как свойство системы, которая постоянно стремится сохранить свою структуру, развивать внутренние связи и на этой основе совершенствоваться.

Сложность степени влияния управления на производство может отражаться во взаимосвязи процессов управления и процессов производственных преобразований, представленной на рис. 1.



**Рис. 1.** Взаимосвязь процессов управления и производственных преобразований

Система управления отвечает ряду требований. Во-первых, между элементами (подразделениями) существуют причинно-следственные связи, которые должны быть установлены между управляющей и управляемой подсистемами. Эти подсистемы реагируют на изменения, возникающие в одной из них, что возможно лишь при наличии обратной связи. При ее отсутствии эффективность управления сводится к минимуму. Во-вторых, система управления является динамичной, т. е. обладает способностью изменять качественное состояние. В-третьих, управление осуществляется лишь при наличии в системе параметра, в случае воздействия на который можно изменить течение процесса [8, с. 127].



Система управления носит целостный характер. В ней созданы условия для передачи, накопления и преобразования управляющей информации.

По функциональному признаку управляемая система подразделяется на ряд подсистем: техническую, технологическую, организационную, экономическую, социальную [14, с. 35].

Техническая подсистема представляет собой взаимосвязанный, взаимообусловленный комплекс машин и оборудования, с помощью которых могут решаться конкретные задачи. Для этого необходимо, чтобы отдельные их виды были расположены определенным образом на производственных площадях и сочетались друг с другом по мощности. Непосредственно на предприятии техническая подсистема – производственные мощности. По сравнению с другими техническая подсистема менее подвижна. Подвижность ее определяется физическим и моральным износом, техническим прогрессом, средствами, выделяемыми на реконструкцию.

Технологическая подсистема – ряд последовательно протекающих по определенным правилам и нормам процессов и стадий производства. Её элементами являются предметы труда, отдельные операции и процессы. По сравнению с технической подсистемой технологическая подсистема под воздействием научно-технического прогресса изменяется быстрее, что позволяет более рационально и эффективно использовать оборудование, заводские площади и труд людей. Современное производство многообразно, сложно, оно требует соответствующего обеспечения и обслуживания. Поэтому важнейшее место занимает организационная подсистема, которая заключается в единстве технических и экономических процессов и выражается в упорядочении всех процессов. Целью организации является обеспечение наивысшего производственного эффекта с наименьшими затратами труда [8, с.157].

Экономическую подсистему нужно рассматривать в широком и узком смысле. В широком смысле её представляют как подсистему общественного производства, т. е. совокупность производительных сил и производственных отношений. Основу составляет тип производственных отношений, который определяет характер связей между отдельными элементами подсистемы. Сами связи выступают в виде процессов производства, обмена, распределения и потребления. В узком смысле под экономической подсистемой подразумеваются производственные отношения, которые соответствуют данному способу производства. Экономическую подсистему входят природные, трудовые, материально-вещественные, информационные ресурсы и экономико-управляющие преобразователи. В результате функционирования экономической подсистемы народное хозяйство страны получает различные блага, предназначенные для потребления населением, обороны страны, накопления, возмещения и экспорта [5, с. 155].

Экономическая подсистема всегда целенаправленна, выступает как единый целостный организм. Создается она по сложной иерархической структуре, которая предусматривает сочетание централизованного управления с самостоятельностью отдельных элементов и наличие вертикальных

связей по иерархии и горизонтальных связей между элементами одного уровня. Экономическая подсистема, как и вся система производства, непрерывно претерпевает изменения, переходит из одного качества в другое. При этом каждое изменение одного элемента приводит к изменению целого ряда элементов, связанных с ним [8, с. 45].

Постоянно воздействуя на другие подсистемы, экономическая подсистема одновременно находится под влиянием этих подсистем. Управляемая (производственная) подсистема может рассматриваться как трудовой коллектив бригады, участка, предприятия. Единство социальных отношений составляет социальную подсистему. Цели производства определяются социальной и экономической подсистемами, которые отражают социально-экономическую сторону управления производством.

Наличие технической, технологической, организационной, экономической и социальной подсистем предполагает их совместное функционирование, что позволяет создать систему в ее законченном виде. Каждая из функциональных подсистем анализируется в рамках иерархической ступени производства, что обеспечивает связь между иерархической и функциональной структурами производства [2, с. 205].

Система управления строится на основе двух ведущих принципов: иерархичности и обратной связи. Принцип иерархичности заключается в создании многоступенчатой системы управления, при которой первичные производственные звенья управляются органами, находящимися под контролем органов следующего уровня, которые, в свою очередь подчиняются и контролируются органами следующего уровня и т. д. [1, с. 317].

При формировании и совершенствовании систем управления исходят из того, чтобы они максимально соответствовали целям функционирования. Производственная система должна соответствовать всем пяти классам целей: технические, технологические, организационные, экономические, социальные. Во времени цели могут меняться. Поэтому при создании определенной организационной структуры это необходимо учитывать. Она должна быть подвижной, легко реагировать на изменения.

Постоянный контроль за деятельностью системы осуществляется при помощи принципа обратной связи. Обратная связь – сигналы, выражающие реакцию объекта на управляющее воздействие. По каналам обратной связи информация о работе управляемой подсистемы непрерывно поступает в управляющую подсистему, которая благодаря этому имеет возможность проверить реакцию объекта управления на команды и корректировать их. В случае несоответствия между фактическим и заданным состоянием системы принимаются меры для ликвидации этого несоответствия. Обратная связь осуществляется через отчетные данные о производительности труда, запасах сырья, незавершенном производстве, производственных резервах [7, с. 105].

Применение различных методов управления при ситуационном подходе зависит от ситуации. На систему оказывает влияние множество факторов в самой организации и во внешней среде, поэтому самым эффективным ока-

жется тот метод, который более всего будет соответствовать данной ситуации. Ситуационная теория нашла широкое применение в практике управления, так как поставила его в зависимость от складывающихся ситуаций и условий. В практике управления менеджеры рассматривают только те факторы, которые оказывают влияние на производство в каждой конкретной ситуации [15, с. 187].

В менеджменте для характеристики системы управления применяются новые понятия и критерии: приростной и предпринимательский типы организационного поведения, стратегическое и оперативное управление, типы реакций предприятий на изменения внешней среды [7, с. 157].

При приростном типе организационного поведения осуществляется ориентация на стабильность, т. е. контроль за максимумом отклонений как внутри организации, так и в отношениях с внешней средой. Для предпринимательского типа, наоборот, характерны стремление к изменениям, способность к сознательному риску, альтернативный выбор при принятии решений.

Выделяются текущие и стратегические программы. Выполнение текущих программ обеспечивается оперативными подразделениями и оперативным управлением. Это дает возможность добиться выполнения заложенных в программе показателей текущей рентабельности предприятия. Параллельно разрабатываются стратегические программы, предусматривающие новые виды деятельности на перспективу и обеспечивающие их новые связи.

При плановом производстве и постоянной номенклатуре в административно-командной системе усилия управленца сосредоточивались внутри предприятия. В условиях же рынка деятельность управленческих структур разветвляется. С одной стороны, они обязаны обеспечить высокий уровень производства и качества выпускаемой продукции, а с другой – удовлетворять интересы предприятия за его пределами (сбыт продукции, удовлетворение спроса потребителей, обеспечение сроков поставок, поддержание конкурентоспособности и забота о репутации своего предприятия).

Организационная структура – упорядоченная совокупность устойчивых взаимосвязанных компонентов, обеспечивающих функционирование и развитие организации как единого целого.

Элементы структуры управления – работники (руководители, специалисты, служащие, а также подразделения, в которых занято определенное число работников, выполняющих свои функциональные обязанности).

Уровень управления – совокупность структурных единиц (элементов), находящихся на одной ступени организационной иерархии. Выделение этих структурных единиц производится в соответствии с общими и конкретными формами управления. Между структурными единицами существуют связи горизонтальные и вертикальные. Горизонтальные связи носят характер согласования – это связи координации и кооперации. Вертикальные связи организуют отношения подчинения. В рамках вертикальных выделяют линейные и функциональные отношения. Линейные отношения характеризуют-

ся подчинением по всем функциям управления. Функциональные – подчинение по определенной функции управления.

Несмотря на то, что все руководители играют определенные роли или выполняют какие-то функции управления, их работа в различных организациях сильно отличается. При этом в больших организациях существует настолько большой объем управленческой работы, что её приходится разделять [6, с. 355].

Существует две формы разделения управленческого труда, подобные формам разделения любого труда: горизонтальное разделение управленческого труда – расстановка конкретных руководителей во главе отдельных подразделений; вертикальное разделение управленческого труда - координация деятельности отдельных руководителей в единое целое.

Вертикальное разделение управленческого труда дает уровни управления. На практике независимо от количества уровней управления их подразделяют на три категории в зависимости от функций, которые выполняют руководители данного уровня. Описание этих категорий и их содержание в разных подходах различны [2, с. 355].

Существенное влияние на построение структуры управления по выбору ее вида оказывает стадия жизненного цикла, на которой находится организация. По мере роста организации с малых размеров до крупной компании, от простой к сложной, проблемы разделения труда и его кооперации должны пересматриваться снова и снова, чтобы иметь четкое представление о том:

- отвечает ли выбранная ранее структура сегодняшним условиям;
- необходимы ли изменения в действующих формальных отношениях, делегировании прав и обязанностей;
- нужно ли вводить изменения или дополнения к действующим инструктивным материалам и процедурам;
- что надо сделать для совершенствования механизмов координации разделенного труда.

Ответы на эти вопросы вызывают необходимость проведения изменений в структуре самой организации и ее управляющей подсистемы [2, с. 505].

Проследим кратко, какие структурные нововведения становятся необходимыми при переходе организации с одной стадии жизненного цикла к другой [2, с.137].

*Стадия становления.* Если организация небольшая и производит какой-то один вид продукции, то на начальном этапе жизни она чаще всего формирует централизованную функциональную структуру: высший уровень руководства в ней представлен, как правило, учредителем, которому непосредственно подчиняется и в производство, и наиболее важные функциональные звенья, например продажи и финансы [5, с. 217].

*Стадия роста.* По мере роста организации в ней усиливаются процессы разделения функций и работ. Это приводит к образованию новых подразделений и служб и означает переход к более сложной структуре управления. В ней появляются новые подразделения и службы, которые выполняют более

узкий и целенаправленный вид работ. Им делегируются некоторые полномочия по принятию оперативных решений; одновременно усиливается контроль за их деятельностью путем установления правил, процедур, инструкций, нормативов [3, с. 5].

*Стадия зрелости.* По мере увеличения объемов и разнообразия выпускаемой продукции средние и крупные компании начинают активно менять свои структуры, создавая относительно самостоятельные подразделения, специализирующиеся на определённых видах продукции, рынках или регионах. При этом на начальных этапах реструктуризации чаще всего сохраняется централизованное управление и все вновь образованные подразделения подчиняются непосредственно высшему руководству организации. В то же время высший руководитель снимает с себя ответственность за оперативный контроль деятельности подразделений и за счет этого больше занимается вопросами стратегии и политики развития организации [9, с. 455].

По мере дальнейшего развития организация сокращает уровень централизации и переходит на децентрализованную дивизиональную структуру, в которой решения по вопросам продукции и рынков делегируются на уровень соответствующих отделений. Высший уровень руководства сосредоточивает усилия на административном и финансовом контроле, разработке стратегии и политики управления персоналом. На этой стадии имеется много возможностей проводить эксперименты по формированию гибких органических структур и сокращению иерархии управления [3, с. 75].

Переход от одного вида структуры управления к другому происходит в разных организациях неодинаково. Его скорость во многом предопределяется темпами роста отрасли, к которой относится организация: чем он более высокий, тем быстрее организация вступает в новую стадию своего жизненного цикла, и наоборот, общий срок жизни и продолжительность каждой стадии могут увеличиваться при низких темпах. В этом случае соответствующие изменения организационных структур происходят медленнее. Радикальная перестройка структур управления обычно связана с серьезными изменениями в системе управления в целом, в том числе в стиле руководства, оценках конечных результатов деятельности, системах стимулов и т. д. Это требует времени и нередко – преодоление сопротивления персонала, привыкшего к действующей организации и не желающего ее менять. Поэтому в стадиях роста выделяются периоды эволюционного и революционного развития.

#### Список использованных источников

1. Абрютин, М. С. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия / М. С. Абрютин, А. С. Грачев. – М. : Дис, 2001. – 457 с.
2. Азрилиян, С. П. Коммерческий словарь / С. П. Азрилиян. – М., 2000. – 457 с.
3. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия / под ред. В. А. Равеского – М. : Финансы и статистика, 2002. – 654 с.
4. Антонов, Н. Г. Денежное обращение, кредит и банки / Н. Г. Антонов, М. А. Песель. – М. : Финстатинформ, 2000. – 557 с.
5. Аристотель. Политика. – М., 1991. – 698 с.

6. Арители. Западная философия от истоков до наших дней / Арители. – СПб., 1997. – 236 с.
7. Асмус, В. Ф. Античная философия / В. Ф. Асмус. – М., 2003. – 691 с.
8. Бовыкин, В. Н. Новый менеджмент – М. : Экономика, 2003. – 321 с.
9. Богатин, Ю. В. Производство прибыли / Ю. В. Богатин, В. А. Швандар. – М. : ЮНИТИ, 2002. – 229 с.
10. Борисов, В. М. Русско-арабский словарь / В. М. Борисов. – М., 2004. – 356 с.
11. Борискин, А. А. История европейской философии / А. А. Борискин. – Саранск, 2003. – 569 с.
12. Бляхман, Л. С. Экономика фирмы / Л. С. Бляхман. – М., 2001. – 386 с.
13. Бурланков, С. П. Управление конкурентоспособностью промышленных предприятий: дисс. ... д-ра экон. наук. – Саранск. – 2004. – 299 с.
14. Брокгауз–Ефрон. Малый энциклопедический словарь / Брокгауз–Ефрон. – М. , 2004. – 699 с.
15. Быкова, С. М. Новый подход к калькуляции себестоимости: опыт зарубежных стран / С. М. Быкова // Бухгалт. учет. – 1999. – № 5. – С. 67–71.
16. Васильев, И. П. Учет расходов, включаемых в себестоимость продукции / И. П. Васильев // Бухгалт. учет. – 2002. – № 8. – С. 18–25.
17. Воронова, Е. Ю. Процессное калькулирование: применение метода ФИФО / Е. Ю. Воронова // Аудитор. – 2001. – № 8. – С. 18–25.
18. Вейс, Г. Введение в общую экономику и организацию производства / Г. Вейс, У. Деринг. – Красноярск, 2001. – 852 с.

#### References

1. Abryutina M. S., Grachev A. Analysis of financial and economic activity of the enterprise. Moscow, Dis, 2001, 457 p.
2. Azriliyan S. P. Commercial Dictionary. Moscow, 2000. 457 p.
3. Analysis of financial and economic activity of the enterprise. Moscow, Finance and Statistics, 2002. 654 p.
4. Antonov N. G. Money, Credit and Banking. Moscow. Finstatinform, 2000. 557 p.
5. Aristotle. Policy. Moscow, 1991. 698 p.
6. Ariteli. Western philosophy from the beginnings to the present day. SPb., 1997. 236 p.
7. Asmus V F. Ancient philosophy. Moscow, 2003. 691 p.
8. Vovykin V. N. New management. Moscow, Economics, 2003. 321 p.
9. Bogatin Y. U., Shvandar V. A., Bogatin Yu. Manufacturing profit. Moscow, UNITY, 2002. 229 p.
10. Borisov V. M. Russian-Arabic dictionary. Moscow, 2004. 356 p.
11. Boriskin A. A. History of European philosophy. Saransk, 2003. 569 p.
12. Blyakhman L. S. Business firms. Moscow, 2001. 386 p.
13. Burlankov S. P. Management of competitiveness of industrial enterprises: diss. ... Dr. ehkon. nauk. Saransk, 2004. 299 p.
14. Brockhaus-Efron. Small Encyclopedic Dictionary. Moscow, 2004. 699 p.
15. Bykov S. M. A new approach to costing: the experience of foreign countries // Buhgalt. Account, 1999, no 5, pp. 67–71.
16. Vasiliev I. P. Accounting of expenses included in the cost of production // Buhgalt. Account, 2002, no 8, pp. 18–25.
17. Voronov E. Y. Calculation Process: applying the FIFO method. Auditor, 2001, no. 8, pp. 18–25.
18. Weiss G., Doering W. Introduction to General Economics and organization of production. Krasnoyarsk, 2001, p. 852.

## ИДЕОЛОГИЯ КОНКУРЕНТОУСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПРЕДПРИЯТИЯ

Д. И. Долгов, Ю. А. Шичкина, Ю. В. Увина, А. В. Шмелев

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

**Аннотация.** В настоящее время идеология оценки конкурентоустойчивости играет важную роль в развитии производства. В идеологию должен входить инструментальный и иные формы оценки, имеющихся у предприятия средств. Производство и реализация конкурентоустойчивых товаров и услуг – обобщающий показатель жизнестойкости предприятия, его умения эффективно использовать организационный, производственный, финансовый, социальный потенциалы. Как следствие, конкурентоустойчивое предприятие имеет особые преимущества перед своими конкурентами. В статье представлена идеология оценки конкурентоустойчивости на предприятии и в промышленности в целом.

**Ключевые слова:** оценка, управление, предприятие, обеспечение.

## IDEOLOGY CONCEPT INDUSTRY AND ENTERPRISE

D. I. Dolgov, Yu. A. Shichkina, Yu. V. Uvina, A. V. Shmelev

**Abstract.** Currently ideology concept evaluation plays an important role in the development of production. The ideology should include instruments and other forms of evaluation. Production and sales of goods and services concepts a general indicator of the viability of the company, its ability to effectively use the institutional, industrial, financial, social potentials. As a consequence, concept company has special advantages over their competitors. This article described the ideology concept assessment in the company and in the industry as a whole.

**Keywords:** assessment, management and enterprise software.

Экономика любой страны представляет собой единый комплекс взаимосвязанных отраслей. Каждое государство создает свой комплекс отраслей, формирование которого происходит под влиянием географических и геополитических факторов, и является результатом экономического и социального развития общества, развития специализации и кооперации, международного сотрудничества с другими странами [16, с. 75].

Экономика любой страны имеет отраслевые, воспроизводственные, региональные и иные структурные характеристики. В процессе анализа национальной экономики выделяют такие понятия, как сфера, отрасль, сектор экономики.

По участию в создании валового внутреннего продукта и национального дохода общественное производство подразделяется на две сферы: материальное производство и непродовольственную сферу.

К материальному производству относятся промышленность, сельское и лесное хозяйство, грузовой транспорт, строительство, торговля, общественное питание, информационно-вычислительное обслуживание, прочие виды деятельности материального производства.

К непроизводственной сфере относятся: жилищно-коммунальное хозяйство, здравоохранение, образование, культура, искусство, наука и научное обслуживание, кредитование, страхование, деятельность аппарата органов управления и др.

Каждая из сфер экономики подразделяется на отрасли. Отрасль – совокупность предприятий, характеризующихся общностью выпускаемой продукции, технологии производства, удовлетворяемых потребностей, выполняемых функций в экономике страны.

Каждая из специализированных отраслей, в свою очередь подразделяется на комплексные отрасли и виды производств. Например, в составе промышленности выделяют электроэнергетику, топливную промышленность, черную и цветную металлургию, химическую, нефтехимическую промышленность, машиностроение и металлообработку, лесную, целлюлозно-бумажную промышленность, легкую, пищевую промышленность и другие отрасли. В состав пищевой промышленности входит пищевкусовая, мясная, молочная, рыбная промышленность.

Отраслевое деление экономики является результатом исторического процесса общественного разделения труда. Развитие общества и экономики, углубление специализации производства, научно-технический прогресс приводят к формированию новых отраслей [14, с. 75].

Одновременно со специализацией и дифференциацией идут процессы кооперации и интеграции производства, приводящие к развитию устойчивых производственных связей между отраслями, к созданию смешанных производств и межотраслевых комплексов.

Межотраслевой комплекс – интеграционная структура, характеризующая взаимодействие различных отраслей и их элементов, разных стадий производства и распределения продукта.

Примерами межотраслевых комплексов являются: топливно-энергетический, металлургический, минерально-сырьевой, агропромышленный, строительный комплексы.

Составные элементы хозяйственного комплекса могут быть сгруппированы по различным экономическим признакам. На основе системы национальных счетов для обобщающей характеристики экономических процессов выделяют крупные секторы экономики. Под сектором понимается совокупность институциональных единиц, имеющих сходные экономические цели, функции, поведение. Так, выделяют сектор организаций (предприятий), сектор государственных учреждений, сектор домашних хозяйств, внешний сектор.

Различают также государственный сектор как совокупность предприятий, организаций, учреждений, находящихся в государственной собственности



сти и управляемых государственными органами или назначаемыми ими лицами, и частный сектор.

По международной статистике экономика обычно подразделяется на отрасли, производящие товары, и отрасли, оказывающие услуги. К первой группе относятся отрасли промышленности, сельского хозяйства, строительство, ко второй – транспорт, торговля, образование, здравоохранение и др.

Экономика страны – сложная система взаимодействующих макроэкономических элементов. Соотношения, пропорции между этими элементами образуют экономическую структуру. Выделяют отраслевую, воспроизводственную, региональную и иные типы экономических структур.

Структура экономики любой страны не является постоянной: одни отрасли характеризуются бурным развитием, другие замедляют темпы роста. Структурные изменения в экономике могут иметь стихийный характер, а могут быть регулируемыми со стороны государства в ходе осуществления структурной политики, являющейся частью макроэкономической политики. Основными методами государственной структурной политики целевые программы, государственные инвестиции, закупки и субсидии, различные налоговые льготы отдельным группам предприятий, регионам, отраслям. Осуществление структурной перестройки экономики обеспечивает сбалансированность национального хозяйства, служит основой устойчивого и эффективного экономического роста, повышения уровня жизни населения.

В России структурная перестройка экономики осуществляется в условиях перехода от административно-командной хозяйственной системы к рыночной. Необходимость структурной перестройки вызвана сменой приоритетов в формировании структуры экономики. Прежняя структура хозяйственного комплекса оказалась экономически неэффективной в условиях либерализации экономики. Существовавшая структура характеризовалась крайне высокой степенью огосударствления всех экономических процессов, монополизацией производства, искаженной структурой народно-хозяйственного комплекса с высокой долей добывающих отраслей, гипертрофированным военно-промышленным комплексом при существенном отставании отраслей, работающих на потребительский рынок [15, с. 45].

Основными направлениями структурной перестройки экономики являются:

- свертывание и репрофилирование объективно ненужных и недееспособных предприятий;
- развитие отраслей, продукция которых пользуется спросом на внутреннем и внешнем рынках;
- создание условий для развития перспективных отраслей и видов производств.

С учетом потребностей структурной перестройки экономики Правительством Российской Федерации была разработана концепция промышленной политики государства на период до 2010 года. Промышленная политика реализуется через программы развития, принципами которых являются:

- поддержка наукоемких отраслей и высоких технологий, отраслей с высокой степенью обработки;
- повышение доли перерабатывающих отраслей в создании валового внутреннего продукта;
- поддержка экспортоспособных отраслей добывающей и обрабатывающей промышленности, использование конкурентных преимуществ России;
- приоритетность политики ресурсо- и энергосбережения как важнейшей составляющей повышения конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей;
- наращивание производства в отраслях с быстрым оборотом капитала и высокой бюджетной эффективностью, обеспечивающих товарное наполнение потребительского рынка;
- повышение занятости населения.

В ходе структурной перестройки особое внимание уделяется развитию агропромышленного комплекса (АПК). Он представляет собой совокупность множества отраслей и производств, связанных между собой экономически, технологически, организационно. Важнейшими отраслями АПК являются: сельское хозяйство, отрасли промышленности, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье, отрасли, обеспечивающие сельское хозяйство средствами производства, а также производственная инфраструктура (элеваторы, складское хозяйство, мелиоративное, транспортное хозяйство, ветеринарное обслуживание и др.) и социальная инфраструктура (жилищно-коммунальное хозяйство, учреждения здравоохранения, образования и др.).

В настоящее время отечественный агропромышленный комплекс характеризуется низкой эффективностью. Политика правительства в отношении развития АПК направлена на обновление производственного потенциала сельского хозяйства и сферы переработки, максимальной их адаптации к работе в конкурентной рыночной среде с ориентацией на собственные ресурсы. Важнейшими направлениями структурной политики в АПК являются:

- активизация работы по преобразованию земельных отношений;
- поддержка разнообразных агропромышленных формирований с полным циклом производства;
- привлечение частного капитала в аграрный сектор;
- использование централизованного кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей под залог будущего урожая;
- стимулирование частных и иностранных инвестиций в перерабатывающую промышленность АПК;
- бюджетное финансирование затрат на ведение племенного дела, селекцию и семеноводства, фундаментальные научные исследования.

Структурная перестройка экономики требует ускоренного развития отраслей производственной и социальной инфраструктуры, так как эти отрасли в значительной степени определяют общую эффективность производства. Отрасли инфраструктуры малопривлекательны для частного капитала, так

как характеризуются значительными капитальными вложениями, медленной их окупаемостью, отсутствием сверхприбылей. В связи с этим развитие производственной и социальной инфраструктуры будет достигнуто при значительном участии государства.

В рыночной системе хозяйствования категория *конкурентоустойчивость* является одной из ключевых, т. к. в ней выражаются экономические, научно-технические, производственные, организационно-управленческие, маркетинговые возможности не только отдельного предприятия, отрасли, но и экономики страны. Эти возможности реализуются в товарах и услугах, конкурирующих с аналогами как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Рассматриваемая категория характеризует систему государственного и общественного устройства страны, меру ее способности обеспечить устойчивое динамичное развитие экономики и связанное с этим благосостояние общества.

Промышленность – основа экономического потенциала страны, только конкурентоустойчивая промышленность в состоянии обеспечить конкурентоустойчивость экономики страны в целом. Промышленная политика Правительства РФ должна заключаться в следующем: разрабатываемые программы и законодательные акты, процедуры государственного регулирования и мероприятия государственной поддержки должны быть подчинены главной и приоритетной цели – созданию условий для обеспечения конкурентоустойчивой деятельности российских предприятий, а, следовательно, конкурентоустойчивой экономики страны в целом, соответствуя уровню международных требований и стандартов [14, с. 88].

Конкурентоустойчивость российской промышленности – идея, которая может объединить людей, независимо от их политических предпочтений и положения в обществе.

Результатом создания конкурентоустойчивой промышленности является:

- развитие внутреннего рынка и рост ВВП;
- рост экспорта и валютных поступлений в независимости от состояния международных сырьевых рынков;
- стабильные налоговые поступления в бюджет;
- рациональное использование природных ресурсов, вследствие обеспечения глубокой, безотходной переработки сырья и вторсырья;
- сохранение и развитие научно-технической базы и потенциала страны;
- обеспечение занятости населения, сокращение безработицы;
- развитие и обеспечение социальной и политической стабильности;
- заслуженное и обеспеченное прогрессивное положение России на международной арене, как великой экономической державы.

Научную и практическую ценность представляет опыт стран, входящих в технологическое ядро мирового сообщества – США, Японии, Германии,

Англии, Франции по обеспечению и удержанию конкурентных преимуществ, который включает:

- отлаженную правовую систему;
- ограниченность природных ресурсов (особенность стран, кроме США);
- развитую систему управления (менеджмента) на всех уровнях иерархии;
- значительный удельный вес прогрессивных информационных и управленческих технологий;
- использование безотходных технологий производства (особенно в Японии и США);
- стремление к нахождению и удержанию сфокусированных конкурентных преимуществ;
- развитие международной стандартизации и интеграции;
- высокий уровень качества и надежность продукции;
- высокую эффективность использования ресурсов (особенно в Японии и в США);
- увеличение и рост темпов расхода государства на науку, образование и развитие человека (особенно в США);
- высокую продолжительность жизни и достойный социальный уровень благосостояния населения;
- высокие позиции в мировой иерархии по конкурентоспособности как результат оптимальной экономической политики государства [18, с. 67].

Конкурентное преимущество – ценность, которой обладает система, дающая ей превосходство перед конкурентами. Конкурентное преимущество обеспечивается факторами: материальными или виртуальными; внешними и внутренними; базисными или второстепенными; направленными на повышение качества объекта по стадиям его жизненного цикла, как-то: ресурсосбережение, снижение материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости; стратегическими или тактическими; техническими, экономическими, организационными, психологическими, природно-климатическими; наследственными или искусственными (приобретенными) [16, с. 37].

Предприятие и выпускаемая им продукция находятся в диалектическом единстве, одно без другого существовать не может, поэтому понятие *конкурентоустойчивость* разделено на характеристику, относящуюся отдельно к продукции – *конкурентоустойчивость товара*, и отдельно к предприятию – *конкурентоустойчивость предприятия*.

Под *конкурентоустойчивостью* следует понимать стабильную работу всех производственных систем предприятия в условиях конкуренции. Это более емкое понятие раскрывается не только способностью конкурировать продукцией, но и иметь все составляющие потенциала на высоком конкурентном уровне (технологии, оборудование, подготовленный персонал, экономическую и финансовую стабильность, социальную обеспеченность). Понятие конкурентоустойчивость позволяет создавать, контролировать развитие и

формировать потенциал производственной системы по всем его составляющим на высоком качественном уровне. Обеспечивая конкурентоустойчивость производственной системы необходимо ориентироваться на параметры ведущего конкурента отрасли и международные нормативы и стандарты.

Конкурентоустойчивость зависит от наличия конкурентных преимуществ, конкурентоустойчивого потенциала и конкурентоустойчивости товара, кроме того должна быть создана финансово-экономическая устойчивость функционирования производственной системы. Для достижения конкурентоустойчивости важным моментом является соблюдение алгоритма действий по выбору зоны хозяйствования, сектора, ниши рынка в зависимости от привлекательности для производителя и потребителя.

Потенциал предприятия определяет конкурентный статус, который должен обеспечивать устойчивую производственно-хозяйственную деятельность в выбранном сегменте рынка, т. е. конкурентоустойчивость предприятия как в сфере производства, так и в сфере торговли [12, с. 8].

Организационно-экономический механизм управления конкурентоустойчивостью – методология построения отдельных разделов системы менеджмента (стратегического маркетинга, инновационного менеджмента, производственного менеджмента, тактического маркетинга), ориентируется на достижение конкурентоустойчивости управляемого объекта, базируется на экономических законах функционирования рыночных отношений, законах организации, научных подходах, принципах, функциях и методах управления, главным из них является системный подход.

Наш подход к определению конкурентоустойчивости – это системный подход.

Системный подход – методология исследования объектов как систем. Система состоит из двух составляющих:

- 1) внешнее (макро) окружение, включающее в себя вход, выход, связь с внешней средой, обратную связь;
- 2) внутренняя (микро) структура – совокупность взаимосвязанных компонентов, обеспечивающих процесс воздействия субъекта управления на объект, переработку входа информации в выход, а также достижение целей системы.

Величие страны определяется не только размером ее территории, богатством природных ресурсов, мощью армии, но и конкурентоустойчивостью производимых товаров и услуг. Эти категории являются фундаментом качества жизни – меры достоинства нации.

К сожалению, до 90-х гг. действовавшая в стране административно-командная, плановая система в условиях всеобщего дефицита и тоталитаризма не ориентировала предприятия на повышение конкурентоустойчивости и высокого уровня качества их продукции. Проблема конкурентоустойчивости как практическая задача стояла только перед предприятиями, ориентированными на экспорт во внешней торговле.

Первая причина связана с многоаспектностью проблемы, которая анализируется специалистами по маркетингу, управлению качеством, товароведению, менеджменту, макро- и микроэкономике, при этом никто из специалистов не пытается преодолеть пределы своей специализации. Однако накопленный научный и прикладной опыт требует синтезировать подходы. Предприятия следует вооружить методикой комплексной оценки конкурентоустойчивости продукции и конкурентоустойчивости предприятия.

Вторая причина заключается в том, что государственными образовательными стандартами до последнего времени не было предусмотрено изучение в учебных заведениях отдельной учебной дисциплины, посвященной оценке конкурентоустойчивости товаров и услуг, готовящих высококвалифицированные кадры, способных организовать работу в области управления качеством, обеспечения конкурентоустойчивости товаров и конкурентоустойчивости предприятий [17, с. 59].

Проблема повышения конкурентоустойчивости во всем многообразии ее аспектов, отражает практически все стороны жизни общества и потому неизменно находится в центре внимания государственных деятелей и деловых кругов во всех странах мира. Особое значение придается этой проблеме в индустриально развитых государствах, включая Россию и страны СНГ.

Сегодня в России проблема обеспечения конкурентоустойчивости товаров и конкурентоустойчивости предприятия стоит намного острее, чем в зарубежных развитых странах. Однако каких-либо специальных мер принципиального характера по повышению конкурентоспособности отечественной экономики все еще не принято.

Под конкурентоустойчивостью следует понимать стабильную работу всех производственных систем предприятия в условиях конкуренции. Это более емкое понятие раскрывается не только способностью конкурировать продукцией, но и иметь все составляющие потенциала на высоком конкурентоспособном уровне (технологии, оборудование, подготовленный персонал, экономическую и финансовую стабильность, социальную обеспеченность). Понятие конкурентоустойчивость позволяет создавать, контролировать развитие и формировать потенциал производственной системы по всем его составляющим на высоком качественном уровне. Обеспечивая конкурентоустойчивость производственной системы необходимо ориентироваться на параметры ведущего конкурента отрасли и международные нормативы и стандарты.

Конкурентоустойчивость зависит от наличия конкурентных преимуществ, конкурентоспособного потенциала и конкурентоспособности товара, кроме того должна быть создана финансово-экономическая устойчивость функционирования производственной системы. Для достижения конкурентоустойчивости важным моментом является соблюдение алгоритма действий по выбору зоны хозяйствования, сектора, ниши рынка в зависимости от привлекательности для производителя и потребителя.

**Список использованных источников**

1. Абрютина, М. С. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия / М. С. Абрютина, А. С. Грачев. – М. : Дис, 2001. – 457 с.
2. Азрилиян, С. П. Коммерческий словарь / С. П. Азрилиян. – М., 2000. – 457 с.
3. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия / под ред. В. А. Равевского – М. : Финансы и статистика, 2002. – 654 с.
4. Антонов, Н. Г. Денежное обращение, кредит и банки / Н. Г. Антонов, М. А. Песель. – М. : Финстатинформ, 2000. – 557 с.
5. Аристотель. Политика. – М., 1991. – 698 с.
6. Арители. Западная философия от истоков до наших дней / Арители. – СПб., 1997. – 236 с.
7. Асмус, В. Ф. Античная философия / В. Ф. Асмус. – М., 2003. – 691 с.
8. Бовыкин, В. Н. Новый менеджмент – М. : Экономика, 2003. – 321 с.
9. Богатин, Ю. В. Производство прибыли / Ю. В. Богатин, В. А. Швандар. – М. : ЮНИТИ, 2002. – 229 с.
10. Борисов, В. М. Русско-арабский словарь / В. М. Борисов. – М., 2004. – 356 с.
11. Борискин, А. А. История европейской философии / А. А. Борискин. – Саранск, 2003. – 569 с.
12. Бляхман, Л. С. Экономика фирмы / Л. С. Бляхман. – М., 2001. – 386 с.
13. Бурланков, С. П. Управление конкурентоспособностью промышленных предприятий: дисс. ... д-ра экон. наук. – Саранск. – 2004. – 299 с.
14. Брокгауз–Ефрон. Малый энциклопедический словарь / Брокгауз–Ефрон. – М. , 2004. – 699 с.
15. Быкова, С. М. Новый подход к калькуляции себестоимости: опыт зарубежных стран / С. М. Быкова // Бухгалт. учет. – 1999. – № 5. – С. 67–71.
16. Васильев, И. П. Учет расходов, включаемых в себестоимость продукции / И. П. Васильев // Бухгалт. учет. – 2002. – № 8. – С. 18–25.
17. Воронова, Е. Ю. Процессное калькулирование: применение метода ФИФО / Е. Ю. Воронова // Аудитор. – 2001. – № 8. – С. 18–25.
18. Вейс, Г. Введение в общую экономику и организацию производства / Г. Вейс, У. Деринг. – Красноярск, 2001. – 852 с.

**References**

1. Abryutina M. S., Grachev A. Analysis of financial and economic activity of the enterprise. Moscow, Dis, 2001, 457 p.
2. Azriliyan S. P. Commercial Dictionary. Moscow, 2000m, 457 p.
3. Analysis of financial and economic activity of the enterprise. Moscow, Finance and Statistics, 2002, 654 p.
4. Antonov N. G. Money, Credit and Banking. Moscow. Finstatinform, 2000. 557 p.
5. Aristotle. Policy. Moscow, 1991, 698 p.
6. Ariteli. Western philosophy from the beginnings to the present day. SPb., 1997, 236 p.
7. Asmus V F. Ancient philosophy. Moscow, 2003, 691 p.
8. Vovykin V. N. New management. Moscow, Economics, 2003, 321 p.
9. Bogatin Y. U., Shvandar V. A., Bogatin Yu. Manufacturing profit. Moscow, UNITY, 2002, 229 p.
10. Borisov V. M. Russian-Arabic dictionary. Moscow, 2004, 356 p.
11. Boriskin A. A. History of European philosophy. Saransk, 2003, 569 p.
12. Blyakhman L. S. Business firms. Moscow, 2001, 386 p.
13. Burlankov S. P. Management of competitiveness of industrial enterprises: diss. ... Dr. ehkon. nauk. Saransk, 2004, 299 p.
14. Brockhaus-Efron. Small Encyclopedic Dictionary. Moscow, 2004, 699 p.

15. Bykov S. M. A new approach to costing: the experience of foreign countries // Buhgalt. Account, 1999, no 5, pp. 67–71.
16. Vasiliev I. P. Accounting of expenses included in the cost of production // Buhgalt. Account, 2002, no 8, pp. 18–25.
17. Voronov E. Y. Calculation Process: applying the FIFO method. Auditor, 2001, no. 8, pp. 18–25.
18. Weiss G., Doering W. Introduction to General Economics and organization of production. Krasnoyarsk, 2001, p. 852.



# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 339

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПОРТА ПРИКЛАДНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

С. В. Демихов, В. Ф. Васильченко

*Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова, г. Рязань, Российская Федерация*

**Аннотация.** Обсуждаются способы и направления реализации экспорта прикладных образовательных услуг в области изучения военной автомобильной техники.

**Ключевые слова:** образовательные услуги, экспорт услуг, офицерские кадры.

## FEATURES OF EXPORT OF EDUCATIONAL SERVICES APPLIED IN THE STUDY OF MILITARY VEHICLES

S. V. Demikhov, V. F. Vasilchenkov

**Abstract.** Discusses the ways and directions of realization of export of educational services applied in the study of military vehicles.

**Keywords:** educational services, export of services, personnel officer.

В военных образовательных организациях России, в том числе и в РВВДКУ, традиционно обучаются представители стран Африки, Центральной Азии, Ближнего Зарубежья (Белоруссии, Армении, Таджикистана, Казахстана и др.). В последние годы восстанавливаются отношения в военной области с представителями стран Центральной и Южной Америки. По состоянию на сентябрь 2015 года в стенах училища проходят обучение военнослужащие из более чем 20 стран, руководства которых испытывают острую необходимость в наличии высококвалифицированных офицерских кадров.

Данное обстоятельство обусловлено рядом объективных причин. Так, в связи с обострением военной обстановки на Ближнем Востоке усиливается военная угроза для государств Центральной Азии, в том числе государств, входящих в ОДКБ. Традиционно представляется угроза со стороны Афганистана. При этом во многих странах используется советское и российское вооружение и военная техника (ВВТ), в том числе и военная автомобильная техника (ВАТ). В этой связи представляется логичным ожидать увеличения контингента обучаемых из этих государств, что вызывает необходимость проанализировать степень нашей готовности предоставить соответствующие

образовательные услуги и решить проблемы, с которыми можем столкнуться в процессе реализации учебного процесса.

Общепринято под ВАТ понимать военные колёсные и гусеничные машины транспортно-тягового класса. Наряду с традиционными мобильными транспортными средствами, используемыми в настоящее время в армиях иностранных государств, как правило, в качестве основных средств обеспечения подвижности различных видов вооружения, получают развитие так называемые «защищенные» автомобили на базе существующих образцов, а также специальные транспортные средства для подразделений ВДВ и специального назначения. Перспективу применения имеют сочлененные двухзвенные гусеничные машины, эффективно проявившие себя в своё время в Ираке в составе войск США, в том числе под средства ПВО. Развиваются конструкции тактических и специальных ударных автомобилей.

В этих условиях необходимо своевременно и адекватно реагировать на повышение заинтересованности иностранных партнёров в подготовке соответствующих специалистов. В этой связи особо остро встаёт вопрос о заблаговременном обеспечении кафедр училища, особенно технических, перспективными образцами ВАТ и учебными классами по изучению их устройства.

Одновременно следует усилить связи кафедры с производящими эту технику заводами и конструкторскими бюро. Необходимо постоянно «отслеживать» развитие этих конструкций, чтобы эти машины не уступали лучшим зарубежным образцам.

В данном направлении организована соответствующая работа руководством училища и кафедры. Так, налажено тесное творческое взаимодействие РВВДКУ с основными производителями автомобилей многоцелевого назначения для ВС РФ – заводами «КамАЗ» и «УралАЗ», результатом которого является планомерное обучение преподавателей технических кафедр училища на курсах повышения квалификации с получением диплома «Специалиста в области эксплуатации перспективных образцов военной автомобильной техники». Данный аспект в современных условиях приобретает особое значение, так как очевидно, что в результате возможных вооружённых конфликтов в «заинтересованных» странах столкнутся интересы не только блоков и стран, но и производителей вооружения и военной техники, в том числе автомобильной (особенно в условиях санкций США и ЕС).

Существенной особенностью в процессе обучения иностранных военнослужащих является то, что современные образцы ВАТ имеют весьма сложную конструкцию: гидромеханические трансмиссии с планетарными передачами и гидрообъемным регулированием поворота; современную электроаппаратуру, основанную на достижениях электроники и электротехники. Используются автоматизированные системы управления.

В то же время диапазон образовательного уровня иностранных военнослужащих весьма широк: от лиц, закончивших на родине и за рубежом университеты и военные колледжи, до военнослужащих, проходивших службу в мотострелковых частях и имеющих весьма смутное представление о методах

построения любой техники, в том числе автомобильной.

Различаются иностранные абитуриенты и традициями, жизненными установками, образом мышления и отношением к службе, а также уровнем знаний и глубиной усвоения русского языка. Особенно это касается технической и военной терминологии. Это требует от преподавателей особой тщательности в подготовке, продуманности занятия, представляемых иллюстраций, связанных, в том числе и с тем, что иностранные военнослужащие получают в первую очередь информацию на русском языке, но думают и переосмысливают её на родном. Этим принципиально отличается подготовка иностранных военнослужащих [1].

Естественно требуется наглядность, образность, продуманное изложение материала (в том числе заранее написанное преподавателями) и последовательное и настойчивое его объяснение. Этими качествами на кафедре обладают преподаватели с многолетним стажем работы с иностранными обучающимися. Для достижения глубины знаний обучаемых преподавателям часто приходится использовать личные познания в конкретном языке, которым владеют обучаемые, а также справочники и технические описания машин на соответствующих европейских языках: английском, французском.

В этом плане на кафедре установлены творческие контакты с педагогами кафедры русского и иностранного языка. Проводится взаимное посещение занятий. Корректируются методические пособия. В тематических планах большее внимания уделяется усвоению специальной терминологии, в том числе по ВАТ.

Так, решён вопрос формирования творческой группы от представителей кафедр Автомобильной техники и Русского и иностранного языков с целью разработки словаря технических терминов, используемых в процессе изучения дисциплин «Военная автомобильная техника», «Электрооборудование ВАТ», «Двигатели ВАТ», «Теплотехника», «Электротехника и электроника», «Гидравлика».

В ходе проведения различных видов занятий по техническим дисциплинам с представителями иностранных государств особую роль приобретает качество разработки, а главное – представления, наглядной демонстрации вопросов устройства, принципа действия и работы сложных приборов, устройств, механизмов и систем ВАТ. Благодаря наработкам опытных педагогов выработаны алгоритмы подготовки и методики проведения занятий по дисциплинам кафедры с иностранными военнослужащими, обладающими слабыми знаниями русского языка.

Для достижения целей занятий специалистами кафедры разработаны и эффективно используются специальные программы и презентации, в том числе с использованием элементов анимации процессов, происходящих при работе наиболее сложных приборов, механизмов и систем на различных режимах. Практикуются демонстрации фильмов об испытаниях и применении ВАТ.

Иностранцами военнослужащими на кафедре приобретаются навыки

разработки изобретений и рационализаторских предложений, публикуются статьи с их участием. За последние 5 лет курсанты специального факультета в соавторстве с преподавателями кафедры АТ участвовали в разработке 46 научных статей и 8 патентов на изобретения и полезные модели, что также не может остаться незамеченным со стороны командований соответствующих иностранных государств.

Стоит отметить качество и результаты разработки и защиты выпускных квалификационных работ (дипломных проектов) иностранными слушателями, направленными на совершенствование конструкций агрегатов, механизмов и систем ВАТ.

Успешно функционируют и краткосрочные курсы для совершенствования подготовки военнослужащих (отечественных и зарубежных) для изучения новой военной техники.

Решены проблемы адаптации иностранных военнослужащих к соблюдению воинской дисциплины. Здесь требуется тонкость в обращении, сдержанность и личная дисциплинированность педагога, определённая деликатность в обращении, уважение к символам соответствующих государств, широкий кругозор.

С точки зрения пополнения дидактического материала следует расширять и обновлять информацию не только о ВАТ, но и о методах её изучения в специфических условиях обучения иностранных военнослужащих. Для повышения эффективности обучения необходимо разрабатывать методические рекомендации, постоянно совершенствовать материальное обеспечение занятий с учетом потребности в вооружении и ВАТ соответствующих иностранных государств. Необходимо совершенствовать специфические методы обучения, в том числе с учетом опыта в обучении иностранных студентов в ВУЗах страны. Следует укреплять доверие к системам обучения, принятым в РВВДКУ. Нам известны высокие отзывы о системе подготовки специалистов ВДВ, высказанные за рубежом. Это должно послужить для нас примером и конечным ориентиром обучения.

Таким образом, кафедра автомобильной техники в состоянии обеспечить подготовку по вопросам изучения устройства существующих и перспективных образцов ВАТ в широком диапазоне услуг: от подготовки младших специалистов автомобильной службы иностранных государств до инженеров автомобильных специальностей (с возможностью последующего обучения в адъюнктуре для получения учёной степени кандидата технических наук).

#### **Список использованных источников**

1. Демихов, С. В. Способы и направления реализации экспорта прикладных образовательных услуг в области изучения военной автомобильной техники / С. В. Демихов, В. Ф. Васильченко // Стратегия развития экспорта образовательных услуг России на международном образовательном пространстве : Сб. материалов Междунар. науч.-практич. конф. / Рязань: РВВДКУ (ВИ), 2014. – С. 395–400.

#### **References**

1. Demikhov V. S., Vasilchenko V. F. Ways and directions of realization of export of ed-

educational services applied in the study of military vehicles. Strategy of development of export of educational services of Russia in the international educational space, Sat. materials Intern. sci.-practical. Conf. Ryazan, RWWDSU (VI), 2014, p. 395–400.

УДК 378

## ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ К РАБОТЕ С УЧАЩИМИСЯ, ИМЕЮЩИМИ ЗАДАТКИ К НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ТВОРЧЕСТВУ

**А. А. Давиденко**

*Черниговский областной институт последипломного педагогического образования имени К. Д. Ушинского, г. Чернигов, Украина*

**Аннотация.** Автор попытается убедить в важности тематики и подчеркнуть ее значение для подготовки специалистов, способных выполнять научные исследования, а также тех, кто будет внедрять получаемые при этом результаты на практике.

**Ключевые слова:** способности, творчество, обучение, эксперимент.

## PREPARING PHYSICS TEACHERS TO WORK WITH STUDENTS WHO HAVE THE MAKINGS TO SCIENTIFIC AND TECHNICAL CREATIVITY

**Andrey Davidenko**

**Abstract.** The author will try to convince of the importance of the subject and to emphasize its importance for the training of specialists capable of performing scientific research, as well as those who will implement the obtained results in practice.

**Keywords:** ability, creativity, learning, experiment.

Для правильного восприятия излагаемой далее проблемы необходимо сделать хотя бы поверхностный анализ процесса обучения физике, как в школе, так и в высших учебных заведениях. За редким исключением учитель и преподаватель передает учащимся «готовые» знания, а также знакомит их с уже известными примерами использования этих знаний на практике. Так, например, рассматривая на учебных занятиях тепловое расширение твердых тел, преподаватель приводит широко известные примеры технического применения данного явления при сооружении мостов и прокладывания железных дорог.

В первом случае это отсутствие жесткого крепления одного конца моста, а во втором – оставление промежутков между концами рельс (на их стыках). Опять же, при изменении агрегатных состояний вещества, например,

при замерзании воды учащимся напоминают широко известный случай о разрушении оставленной на морозе стеклянной банки с водой. И еще один пример, касающийся прохождения электрического тока в различных средах. Электрический разряд в виде молнии. Сообщается его оценочная мощность и предупреждается об опасности явления для людей и созданных ими сооружений. И так десятилетиями.

Буду рад, если кто из участников конференции приведет пример того, как преподаватель или же школьный учитель физики поставил перед учащимися проблему относительно использования названных мною или же других явлений для удовлетворения потребностей человека. Первые два случая (тепловое расширение тел и изменение размеров тел при фазовых переходах) позволяют сформулировать проблемы о создании устройств, позволяющих получать значительные усилия, а рассмотрение грозового разряда – может подвести к постановке проблемы создания устройства для получения энергии, например, грозовой электростанции.

Следует обратить внимание на две важные стороны названных подходов к учебному процессу.

1. Если идти традиционным путем, то мы не ориентируем молодого человека на создание нового. Мы направляем его взгляд в прошлое. В другом случае, мы предлагаем ему не только запомнить то, что уже сделано, а побуждаем к участию в создании новых устройств и технологий.

2. В первом случае мы формируем человека-потребителя. Он просто будет знать и при случае воспроизводить знания. Во втором – мы формируем у человека установку на создание полезного продукта.

Это важные проблемы современного образования, не решив которые мы не сможем перейти на более высокую ступень его развития.

Что же можно предложить для улучшения ситуации в образовании и развития человека в данном направлении? Этот вопрос мы ставим перед учителями физики, которые проходят курсы повышения квалификации в нашем учебном заведении. В ходе занятий мы ориентируем их на реализацию следующих направлений их деятельности.

1. По возможности, стремиться вовлекать учащихся в исследовательскую деятельность. Ничего не будет страшного, если в ходе исследований он получит данные, которые представляют собой субъективную новизну. Важен сам процесс. Ведь на уроках физкультуры не ставится цель влезть на перекладину и всю жизнь на ней сидеть. Так и в процессе преподавания физики. Готовые знания можно найти в различных источниках. А вот новые знания получают лишь в ходе исследований. В статье, которая опубликована по месту проведения конференции, я привожу несколько примеров постановки исследовательских задач. Там рассматриваются искровые разряды и другие физические явления, которые потенциально интересны для научных исследований [2]. Некоторые вопросы аналогичного содержания отражены и в других доступных для участников конференции публикациях автора [1; 3].

2. Необходимо использовать готовые или же создавать искусственно (в этом состоит мастерство преподавателя или учителя) ситуации, в которых получаемые учащимися знания можно применить для решения практических проблем, т. е. для создания новых технических устройств или же технологий.

На любом этапе процесса обучения физике можно предложить учащимся рассматривать любое явление в качестве инструмента для получения нужного технического эффекта. Результаты таких поисков можно систематизировать в таблице (табл. 1). В ней приведены примеры найденных учащимися возможностей применения явлений физики для достижения технических эффектов.

Таблица 1

**Технические эффекты, которые можно получить вследствие протекания физических явлений, на основе свойства вещества, физических закономерностей**

<b>Физическое явление, свойство вещества, физическая закономерность или закон</b>	<b>Технический эффект</b>
Отверждение, кристаллизация тел.	Создание временных фундаментов. Изменение размеров тел. Создание значительных усилий. Прикрепление одного тела к другому в результате «примораживания».
Поглощение энергии телом при переходе из твердого состояния в жидкое; высвобождение энергии при отверждении или кристаллизации тел.	Аккумуляция тепловой энергии. Создание холодильников.
Сжимаемость газов.	Возможность транспортировки газов в сжатом состоянии.
Упругие свойства газов.	Создание воздушных амортизаторов.
Поглощение света.	Накопление энергии телом. Избежание явления отражения света.
Преломление света.	Управление направлением распространения света.
Относительность механического движения.	Возможность увеличения или уменьшения относительной скорости движения тел.
Движение связанных между собой тел через неподвижный блок.	Создание экономных лифтов и эскалаторов.
Деформация тела. Сила упругости.	Сообщение телу нужной формы. Создание значительных усилий. Аккумуляция механической энергии.
Поднятие тел в поле силы тяжести.	Аккумуляция механической (потенциальной) энергии.

Одновременно мы рекомендуем учителям давать учащимся для решения изобретательские задачи.

1. *Амортизаторы.* Амортизаторы современных автомобилей включают в себя обычные пружины и дополнительные масляные демпферы, которые гасят колебания транспортного средства. Существуют также электромагнитные амортизаторы. Однако существующие гидравлические, электромехани-

ческие системы сложны и дороги в обслуживании. Предложите другое, простое и дешевое устройство, которое бы выполняло свою функцию не хуже существующих.

2. *Включение «дворников».* Во время дождя щетки («дворники»), которые очищают лобовое стекло автомобиля от капель воды, включаются водителем и осуществляют свои движения с определенной частотой. При таких условиях включенные щетки продолжают свои движения и тогда, когда дождь прекратился. Предложите устройство, которое бы включало и выключало «дворники» автоматически, в зависимости от потребности.

3. *Предотвращение раскачивание лодки.* Небольшие надувные лодки удобны в пользовании (например, для рыбалки) и в их хранении (компактные), однако на беспокойной воде (например, в ветреную погоду) волны слишком раскачивают лодку. Предложите эффективное устройство или способ уменьшения раскачивания лодки.

4. *Сигнализатор.* При выполнении лабораторных работ учащиеся иногда нарушают полярность включения измерительных электрических приборов, что может привести к их выходу из строя, перегрузке источника и к другим неприятностям. Предложите устройство, которое бы сигнализировал о неправильном включении измерительных приборов.

Мы знакомим учителей с методами решения таких задач и способами их постановки на различных видах занятий. Это дает положительные результаты в их дальнейшей педагогической практике.

#### Список использованных источников

1. Давиденко, А. А. Вовлечение учащихся 5-8 классов средних школ в исследовательскую и изобретательскую деятельность // А. А. Давиденко / Модернизация системы профессионального образования на основе регулируемого эволюционирования : материалы XII Межд. научно-практ. конф. В 2 ч. Ч. 2. – Межд. академия наук пед. образования ; Челяб. институт перепод. и пов. квал. работ. образ.; отв. ред. Д. Ф. Ильясов. – М. ; Челябинск : ЧИППКРО, 2014. – С. 89–95.

2. Давиденко, А. А. Использование фотоснимков моментов явлений природы для постановки учебных задач по физике // А. А. Давиденко / Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 4. – С. 10–18.

3. Давиденко, А. А. Оптимизация учебного физического эксперимента // А. А. Давиденко / Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 1. – С. 17–22.

#### References

1. Davidenko A. A. Involvement of students in grades 5-8 middle schools in the research-er-ical and inventive activity. Modernization of the vocational education system on the basis of the controlled evolution : proceedings of the XII Int. scientific-practical. Conf. 2 part 2. – Int. Academy of pedagogical Sciences. education ; Chelyaba. Institute of retraining. and brokers. qual. works. image.; resp. edited by D. F. Ilyasov. Moscow, Chelyabinsk : CIPRO, 2014, p. 89–95.

2. Davidenko A. A. the Use of the photo moments of the phenomena of nature for substitution of educational problems in physics. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2014, no. 4, p. 10–18.

3. Davidenko A. A. Optimization of educational physical experiment. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2014, no. 1, pp. 17–22.



## ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНОЙ ТЕСТИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ

Н. В. Вознесенская, Е. А. Сутягина

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

**Аннотация.** В статье описываются модели педагогического тестирования, конкретно демонстрируется адаптивное. Рассматривается построение адаптивной тестирующей программы в системе управления обучением. Выделяются стратегии создания адаптивного теста.

**Ключевые слова:** Информационные технологии, педагогическое тестирование, модели тестирования, адаптивные обучающие системы, адаптивное тестирование.

## DEVELOPMENT OF ADAPTIVE TESTING PROGRAM IN THE SYSTEM OF EDUCATION MANAGEMENT

Voznesenskaya Natalya, Sutyagina Elena

**Abstract.** The article describes a model of pedagogical testing, specifically demonstrated adaptive. The construction of the test program in adaptive learning management system. Highlighted strategies for creating adaptive test.

**Keywords:** information technologies, educational testing, testing models, adaptive courseware, adaptive testing.

В современное время в учебном процессе активно используется в качестве способа проверки знаний электронное тестирование. Оно внедряется не только в системах открытого и дистанционного обучения, но и в традиционных очных формах – школах, лицеях, вузах и других образовательных организациях. Применяется в различных целях: для обеспечения самостоятельной работы обучаемых по овладению новым материалом, реализации дифференцированного подхода к организации учебной деятельности, контроля качества обучения и т. д. Подробно разработка тестов изложена в трудах В. С. Аванесова, Ю. М. Неймана, В. А. Хлебникова, Н. Н. Самылкина и др.

Обобщая работы исследователей можно выделить девять моделей педагогического тестирования: классическая модель, классическая модель с учетом сложности заданий, модель с возрастающей трудностью, модель с разделением заданий по уровням усвоения, модель с учетом времени ответа на задание, модель с ограничением времени на тест, адаптивная модель, модель тестирования по сценарию, модель на нечеткой математике.

В последнее время, традиционное тестирование, реализующееся с помощью стандартных тестов, постепенно утрачивает свою актуальность, т. к.

оно не всегда дает полную оценку знаний обучаемого. Активно развиваясь, оно преобразуется в более эффективные интеллектуальные формы адаптивного тестирования. Они основываются на отличных от традиционных теоретико-методологических основах и иных технологиях построения и воспроизведения тестов.

Адаптивное тестирование представляет собой тестирование, которое строится по принципу обратной связи, когда следующее задание выбирается в зависимости от результатов решения обучаемого предыдущего задания. Такое тестирование является более эффективным по сравнению с традиционной. Такой тест позволяет диагностировать уровень знаний учащегося с помощью значительно меньшего количества вопросов.

Адаптивная модель тестирования является продолжением классической модели с учётом сложности заданий. Адаптивным называется тест, в котором сложность заданий меняется в зависимости от правильности ответов испытуемого. Если обучаемый правильно отвечает на тестовые задания, сложность последующих заданий повышается, если неправильно – понижается. Также есть возможность задать дополнительные вопросы по темам для более подробного выяснения уровня знаний в данных областях.

Можно сказать, что данный вид тестирования напоминает преподавателя на экзамене: если обучаемый отвечает на задаваемые вопросы уверенно и правильно, преподаватель быстро ставит ему хорошую оценку. Если же нет, то преподаватель задаёт ему дополнительные или наводящие вопросы. И наконец, если обучаемый с самого начала отвечает плохо, оценку преподаватель тоже ставит достаточно быстро, но отрицательную.

Выделяют следующие стратегии предъявления тестовых заданий в адаптивном тестировании: двухшаговые и многошаговые, согласно которым используется различная технология формирования адаптивных тестов. Наличие двух этапов предполагает двухшаговая стратегия. На первом этапе всем обучаемым дается одинаковый входной тест. По его результатам на втором этапе организуется адаптивный режим, и строятся адаптивные тесты.

В результате развития современной теории тестирования стали развиваться многошаговые стратегии адаптивного тестирования, в рамках которых каждый учащийся движется по своей индивидуальной траектории в процессе выполнения заданий.

Многошаговые стратегии адаптивного тестирования в зависимости от того, как конструируются многошаговые адаптивные тесты делятся на фиксировано-ветвящиеся и варьирующе-ветвящиеся. Если один и тот же набор заданий с одинаковой трудностью используется для всех обучаемых, но каждый обучаемый движется по набору заданий индивидуальным путем в зависимости от результатов выполнения очередного задания, то стратегия адаптивного тестирования является фиксировано-ветвящейся.

Задания по трудности обычно располагают на равном расстоянии друг от друга или по убыванию соответственно нарастающую трудности, что позволяет подстроить темп тестирования под обучаемого.

Варьирующе-ветвящаяся стратегия адаптивного тестирования предполагает отбор заданий непосредственно по определенным алгоритмам, которые задают оптимальную трудность последующего задания по результатам выполнения предыдущего задания адаптивного теста. Таким образом, шаг за шагом из отдельных заданий получается адаптивный тест. В нем изменяется не только трудность, но и шаг, определяемый разностью трудностей двух соседних заданий адаптивного теста. Отличительной особенностью варьирующе-ветвящейся стратегии адаптивного тестирования является пошаговая переоценка уровня подготовленности испытуемого, предпринимаемая после каждого выполнения очередного задания теста.

Реализовать данный вид тестирования позволяют многие современные системы управления обучением [1, с. 49]. В Мордовский государственный педагогический институт им. М. Е. Евсевьева» совместно с кафедрой информатики и вычислительной техники в *LMS Mirapolis* выполнено построение адаптивной тестирующей программы.

*LMS Mirapolis* (система дистанционного обучения) – российское комплексное программное решение для автоматизации управления обучением, оценкой и развитием персонала, построения систем управления знаниями. Для реализации адаптивного тестирования в системе *Mirapolis* предусмотрен специальный встроенный язык программирования, позволяющий задать условия переходов между разделами теста и траекторию отображения вопросов [3].

Чтобы настроить условия переходов между разделами теста на вкладке Основная информация карточки теста в поле *Порядок следования разделов* должно быть выбрано значение *По условиям* и задан первый раздел при условных переходах. Далее для каждого раздела должны быть заданы условия перехода к другим разделам с помощью встроенного языка программирования [карточка раздела > вкладка Основная информация > блок параметров Показ вопросов и ответов > поле Переходы].

Условие перехода выглядит следующим образом:

ЕСЛИ{[РАЗДЕЛ\_РЕЗУЛЬТАТ\_ПРОЦЕНТ(SS\$569)]=20 } ТО ПЕРЕХОД {SS\$90}

ЕСЛИ{[КАТЕГОРИЯ\_РЕЗУЛЬТАТ\_БАЛЛ(C\$78)]>30 } ТО ПЕРЕХОД {SS\$93}

ИНАЧЕ ПЕРЕХОД{SS\$91}.

Чтобы задать траекторию отображения вопросов в разделе, для параметра *Порядок следования вопросов* на вкладке Основная информация карточки раздела теста должно быть задано значение *По траектории*. Далее необходимо описать траекторию отображения вопросов в поле *Траектория вопросов*. Если в разделе включена траектория, то следующие параметры раздела деактивируются: использовать распределение, объем выборки.

В условиях можно использовать логические операции «И», «ИЛИ».

Пример условий:

ЕСЛИ {[ОТВЕТ(TQ\$34)] = [ПРАВИЛЬНЫЙ(TQ\$34)] } ТО ПЕРЕХОД {TQ\$90}

ЕСЛИ {[ОТВЕТ(TQ\$34)] != [ПРАВИЛЬНЫЙ(TQ\$34)] } ТО ПЕРЕХОД {TQ\$93}

ЕСЛИ {[ОТВЕТ\_БАЛЛ(TQ\$35)] > 2 } ТО ПЕРЕХОД {TQ\$102}

ЕСЛИ {[ОТВЕТ\_БАЛЛ(TQ\$396)] > 5 } ТО ПЕРЕХОД {[РАЗДЕЛ\_КОНЕЦ(S\$56)] } [2].

При создании теста использовалась индивидуальная траектория – траектория адаптивная, которая динамически меняется в зависимости от успехов и неудач обучаемого. Для ее создания база тестовых вопросов и задач разделили на 3 части. Первая часть – вопросы базового уровня, вторая часть – порогового, третья часть – повышенного. Тестирование начинается с заданий средней сложности, затем по результатам нескольких первых ответов, тестирование продолжается по вопросам второй или третьей части. Параллельно усложнению заданий идет усложнение системы оценки ответов. Разработанная нами модель представлена на рис. 1.

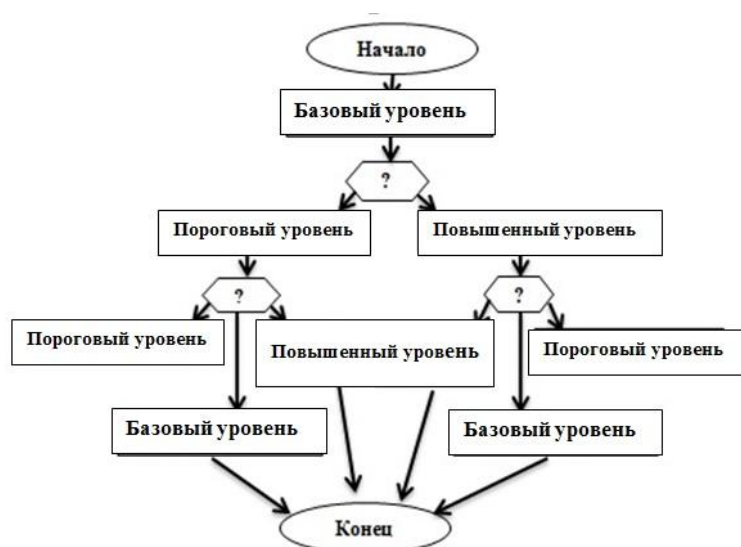


Рис. 1. Схема алгоритма тестирования

При создании адаптивного теста использовался следующий интеллектуальный алгоритм оценивания: изначально система выдвигает 4 гипотезы: «испытуемый знает материал на 5», «испытуемый знает материал на 4», «испытуемый знает материал на 3», «испытуемый не знает материал». В этом первоначальном состоянии система дает одинаковую вероятностную оценку всем данным гипотезам. После каждого тестового задания уровень доверия между гипотезами распределяется в зависимости от выбранного варианта ответа. При определенном ответе на тестовое задание система высчитывает и изменяет уровень доверия к каждой гипотезе. При достижении критической отметки какого-либо уровня доверия система информирует пользователя об его отметке, а также указывает на темы плохо или недостаточно усвоенные для достижения более высоких результатов [2, с. 20].

При создании и работе с адаптивным тестом мною были выделены его следующие достоинства. Такой вид тестирования позволяет более точно измерить знания обучаемых, измерять уровень знаний меньшим количеством заданий, чем в традиционной модели. Помогает выявить темы, которые обучаемый знает плохо и позволяет задать по ним дополнительные вопросы.

К недостаткам можно отнести то, что предварительно неизвестно, сколько вопросов необходимо задать обучаемому, чтобы определить его уровень знаний, причём может оказаться так, что вопросов, заложенных в систему тестирования, будет недостаточно, придется прервать тестирование и оценивать результат по количеству вопросов, на которое ответил обучаемый.

Достоверность и надежность результатов адаптированного тестирования в данном случае высокая, так как осуществляется подбор заданий под уровень знаний конкретного обучаемого.

Таким образом, высокий интерес к тестированию, приводит к постепенному отказу от классической модели тестирования, которая в ряде случаев дает неверную, необъективную оценку уровня знаний обучаемых. На смену ей приходят новые адаптивные модели тестирования, которые подстраиваются под уровень подготовленности учащихся и позволяют быстро и эффективно выяснить, насколько хорошо он усвоил учебный материал.

#### Список использованных источников

1. Вознесенская, Н. В. Конструирование системы ситуационных заданий в тестовой форме с использованием инструментальных программных средств / Н. В. Вознесенская // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – № 4. – С. 49–53.
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.
3. LMS Mirapolis – Система дистанционного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL:<http://www.mirapolis.ru/>.

#### References

1. Voznesenskaya N. V. Designing of system of situational tasks in a test form with use of tool software. Educational experiment in education, 2014, no 4, pp. 49–53.
2. Kormilitsina T. V. Training of bachelors of the pedagogical direction for professional activity in smart society. Educational experiment in education, 2014, no 3, pp. 20–27.
3. LMS Mirapolis – System of distance learning [An electronic resource]. – URL:<http://www.mirapolis.ru>.

## КОНВЕРГЕНЦИЯ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБУЧЕНИЕ ШКОЛЬНОМУ КУРСУ ИНФОРМАТИКИ

**В. И. Сафонов**

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

**Аннотация.** В статье представлено важное направление перспективных научных исследований в области информатизации образования – конвергенция педагогической науки и наукоемких технологий. Рассмотрена реализация методов математического моделирования и вычислительного эксперимента при обучении школьному курсу информатики как пример конвергенции методов математики в обучение информатике. В качестве программного средства реализации указанных методов выбрано специализированное программное средство MathCAD.

**Ключевые слова:** обучение информатике, методы математики, информатизация, конвергенция, специализированное программное средство.

## CONVERGENCE OF METHODS OF MATHEMATICAL MODELLING AND COMPUTING EXPERIMENT IN TRAINING IN THE SCHOOL COURSE OF INFORMATICS

**V. I. Safonov**

**Abstract.** The important direction of perspective scientific researches in the field of education informatization – convergence of pedagogical science and high technologies is presented in article. Realization of methods of mathematical modelling and computing experiment when training in a school course of informatics as an example of convergence of methods of mathematics in training in informatics is considered. As a software of realization of the specified methods the specialized software of MathCAD is chosen.

**Keywords:** training in informatics, mathematics methods, informatization, convergence, specialized software.

Современность диктует необходимость модернизации профессионального педагогического образования с учетом возросшей роли междисциплинарности. Возрастает влияние глобальных процессов на науку и образование, что приводит к появлению таких понятий, как «глобализация образования» и «международная образовательная среда», которые связываются с понятием «конвергенция образования». Роберт И. В. в качестве важного направления перспективных научных исследований в области информатизации образования выделяет конвергенцию педагогической науки и наукоемких технологий, определяя при этом конвергенцию как «схождение, сближение или сходство,

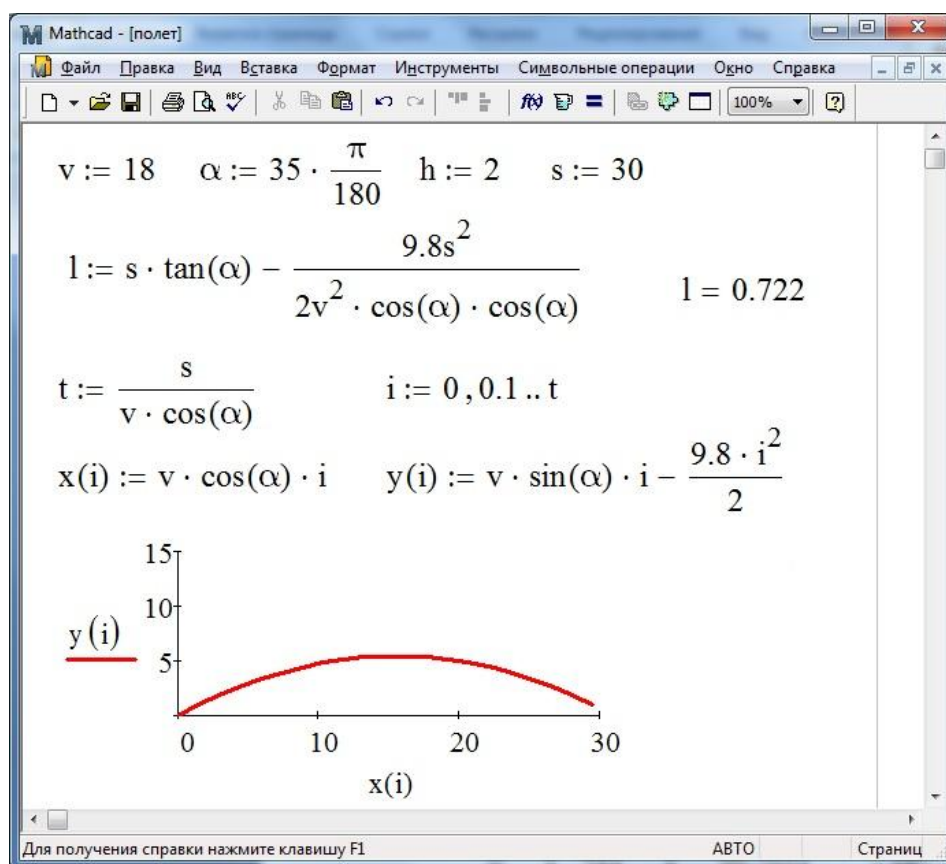
совпадение каких-либо признаков или свойств независимых друг от друга объектов, явлений, процессов» [1, стр. 321]. Учитывая отмеченное, в ходе подготовки учителей математики и информатики следует обратить их внимание на то, что содержание школьного курса информатики предполагает использование в процессе его изучения методов математики [2], реализуя тем самым конвергенцию методов математики в обучение информатике.

Рассмотрим реализацию метода математического моделирования на примере решения задачи о движении тела, брошенного под углом к горизонту. В школьном курсе информатики при изучении темы «Построение и исследование физических моделей» в 11 классе решается следующая задача: «В процессе тренировок теннисистов используются автоматы по бросанию мячика. Необходимо задать автомату необходимую скорость и угол бросания мячика для попадания в стенку определенной высоты, находящуюся на известном расстоянии» [4, стр. 15–21]. Для построения математической модели обозначим следующие величины:  $v$  – начальная скорость мячика;  $\alpha$  – угол бросания мячика;  $h$  – высота стенки;  $s$  – расстояние до стенки;  $l$  – высота мячика над землей на расстоянии  $s$ ;  $t$  – время, которое понадобится мячику для преодоления расстояния  $s$ ;  $x$  и  $y$  – соответственно дальность и высота при заданной начальной скорости  $v$ , угле бросания  $\alpha$  для любого момента времени  $t$ . В случае равномерного и равноускоренного движения значения дальности  $x$  и высоты  $y$  вычисляются по формулам:  $x = v \cdot \cos\alpha \cdot t$ ;  $y = v \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$ , где  $g \approx 9,8$  – ускорение свободного падения. Из формулы вычисления дальности полета  $x$  выводится формула расчета времени полета:  $t = \frac{s}{v \cdot \cos\alpha}$ . Подставляя выражение для расчета времени  $t$  в формулу для расчета высоты  $y$ , получаем выражение для расчета высоты мячика на расстоянии  $s$  над землей:  $l = s \cdot \operatorname{tg}\alpha - \frac{9,8 \cdot s^2}{2 \cdot v^2 \cos^2\alpha}$ . Если выполняется условие:  $0 \leq l \leq h$ , то мячик попадет в стенку.

Полученную математическую модель можно реализовать с использованием какого-либо языка программирования [3], например, встроенного языка программирования MathCAD. Оператор присваивания позволяет задать значения начальной скорости полета, высоты стенки и расстояния до нее:  $v := 18$ ,  $h := 2$ ,  $s := 30$ , а также угла бросания мячика, который следует перевести из градусной меры в радианы, т.е.  $\alpha := 35 \cdot \frac{\pi}{180}$ . Для вычисления высоты  $l$  мячика над землей, пролетевшего расстояние  $s$  записывается выражение  $l := s \cdot \operatorname{tg}\alpha - \frac{9,8 \cdot s^2}{2 \cdot v^2 \cos^2\alpha}$ . Затем для вывода вычисленного значения  $l$  на рабочем листе MathCAD нужно записать имя переменной  $l$  и нажать для ее автоматического вычисления клавишу «=». Вычисленное значение  $l$  высоты мячика над землей, пролетевшего расстояние  $s$  равно 0.722.

Для построения графика, иллюстрирующего движение мячика, брошенного под углом к горизонту, на рабочем листе MathCAD нужно записать выражение  $t := \frac{s}{v \cdot \cos\alpha}$  для расчета времени  $t$ , которое потребуется мячику для

преодоления расстояния  $s$ . Затем отрезок  $[0, t]$  разбивается с шагом  $0,1$  и полученные значения присваиваются переменной  $i$ :  $i := 0, 0.1..t$ . С использованием значений переменной  $i$  вычисляются значения переменных дальности и высоты полета  $x$  и  $y$  соответственно, для чего в MathCAD нужно записать следующие выражения:  $x := v \cdot \cos(\alpha) \cdot i$  и  $y := v \cdot \sin(\alpha) \cdot i - \frac{9.8 \cdot i^2}{2}$ . Затем для построения графика движения мячика по полученным значениям дальности и высоты полета  $x$  и  $y$ , нужно выбрать инструмент «График X-Y» и в появившемся графическом блоке ввести внизу выражение  $x(i)$ , а слева – выражение  $y(i)$ . В результате будет построен график движения мячика, брошенного под углом к горизонту (рис. 1).



**Рис. 1.** Построенный в MathCAD график движения мячика, брошенного под углом к горизонту

Отметим, что созданная программа позволяет реализовать метод вычислительного эксперимента, для чего требуется проведение новых вычислений с измененными значениями начальной скорости и угла бросания мячика, высоты стенки и расстояния до нее. Для этого нужно задать в MathCAD новые значения соответствующих переменных:  $v$ ,  $\alpha$ ,  $h$  и  $t$ . При этом будут вычислены новые значения высоты мячика  $l$  и времени движения мячика  $t$ , а график движения мячика будет построен заново.

Таким образом, возможности MathCAD позволяют реализовать методы математического моделирования и вычислительного эксперимента при ре-



шении задачи о движении тела, брошенного под углом к горизонту, рассматриваемой в школьном курсе информатики. В процессе подготовки учителям математики и информатики на примере подобных задач следует показать, что методы математики могут быть реализованы при обучении информатике и как это согласуется с процессом конвергенции, затрагивающим как общество, так и сферу образования.

#### Список использованных источников

1. Роберт, И. В. Прогноз развития информатизации отечественного образования / И. В. Роберт // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2015) : материалы V международной научно-технической конференции (Минск, 19–21 февраля 2015 года). – Минск : БГУИР, 2015. – С. 315–323.
2. Сафонов, В. И. Методы математики в изучении школьной информатики / В. И. Сафонов // Ученые записки ИИО РАО. – М. : ФГНУ ИИО РАО, 2014. – Вып. 52. – С. 23–32.
3. Сафонов, В. И. Подготовка учителей математики и информатики к использованию web-программирования для организации вычислительного эксперимента / В. И. Сафонов // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – №. 2. – С. 23–31.
4. Угринович, Н. Д. Информатика и ИКТ. Профильный уровень: учебник для 11 класса / Н. Д. Угринович. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 308 с.
5. Майер, Р. В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD / Р. В. Майер. – Глазов : ГГПИ, 2006. – 37 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://maier-rv.glazov.net/math/math1.htm>.

#### References

1. Robert I. V. Forecast of development of informatization of domestic education, Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2015): materials of the V International scientific and technical conference, Minsk, 2015, pp. 315–323.
2. Safonov V. I. Mathematics methods in studying of school informatics, Ucheniye zapiski IO RAO, 2014, Moscow, v. 52, pp. 23–32.
3. Safonov V. I. Training of mathematics teachers and informatics for web programming use for the organization of computing experiment, Uchebnyi experiment w obrazovani, 2014, No 2, pp. 23–26.
4. Ugrinovich N. D. Informatics and ICT. Profile level: the textbook for the 11th class, 2012, 308 p.
5. Mayer R. V. the Solution of physical problems using MathCAD. Glazov, GGPI, 2006, 37 p. [Electronic resource] – access Mode : <http://maier-rv.glazov.net/math/math1.htm>.

## ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ К ОЛИМПИАДАМ И СОРЕВНОВАНИЯМ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ В РАМКАХ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

М. А. Кокорева, Е. Г. Чадина

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

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме подготовки учеников к олимпиадам по программированию. В исследовании проведен обзор основных методических вопросов подготовки учащихся к соревнованиям по направлению «алгоритмизация и программирование». Даны авторские рекомендации к содержанию и проведению занятий по подготовке учеников средней школы к олимпиадам по программированию.

**Ключевые слова:** олимпиада, программирование, подготовка, средняя школа, информатика, методика.

## TRAINING STUDENTS FOR THE OLYMPICS AND PROGRAMMING COMPETITIONS IN THE MODERN EDUCATIONAL PROCESS

M. A. Kokoreva, E. G. Chadina

**Abstract.** The article is devoted to the training of students programming contest. It is prepared a review of the main methodological questions of students training to competition in the direction «algorithmization and programming». In addition, it is given the author's recommendations for the content and conduct of activities in preparation for high school students programming contest.

**Keyword:** olympics, programming, training, grammar school, informatics, methods.

Повсеместная информатизация ставит олимпиадную информатику на значимое положение в развитии современного учебного процесса. Подготовка одаренных учеников к различного рода соревнованиям всегда была проблематичной в условиях среднестатистической школы. Существует немногочисленный ряд методик подготовки [1; 2], но чаще всего учителя склоняются к систематическому решению однотипных задач из олимпиад прошлых лет без какого-либо методически разнообразного образовательного процесса. В связи с этим, обеспечение процесса подготовки к олимпиадам по информатике методическими рекомендациями становится актуальным вопросом современного образования.

Целью настоящей работы является разработка методических рекомендаций для подготовки учащихся к олимпиадам по программированию различного уровню.

В олимпиадной информатике, а именно во всероссийских олимпиадах школьников, развивается направление, поддерживаемое международным сообществом: алгоритмизация и программирование. Связь этого направления со школьным курсом информатики ограничено лишь несколькими разделами.

Уровень олимпиадных задач всех рангов год от года повышается, повышается и уровень подготовки самих участников олимпиад. Поэтому для участников олимпиад необходимы дополнительные знания и умения, которых они не получают в стандартной школьной программе [3, с. 33].

Такая подготовка реальна только за счет дополнительных часов и наличия квалифицированного специалиста по программированию в образовательном учреждении. Это, прежде всего, факультативные занятия и индивидуальная работа с учеником во внеурочное время. Для проведения таких занятий важно правильно составить индивидуальную программу работы с ребенком. Она должна быть направлена на развитие самостоятельной деятельности учащегося под руководством учителя.

В процессе обучения эта программа может корректироваться в зависимости от способностей и первоначальной подготовки учащегося.

Для успешного выступления на областной олимпиаде по программированию участник, по крайней мере, должен знать и уметь следующее [4, с.77]:

- настраивать программную среду, используемого им языка;
- уметь работать с текстовыми файлами, уметь вводить и выводить информацию в текстовые файлы по заданному формату;
- уметь использовать процедуры и функции;
- знать, что такое рекурсия, и уметь применять ее в программировании.

Дополнительные знания и умения, которые могут пригодиться ученикам при участии в олимпиадах областного уровня и выше:

- знаком с основой теорией графов;
- умеет писать процедуры сложения, вычитания и умножения для работы с многоразрядными числами («длинная» арифметика);
- знает, что такое динамическое программирование и умеет применять его при решении нестандартных задач;
- умеет решать задачи по вычислительной геометрии на плоскости (нахождение точки пересечения двух отрезков на плоскости и т. п.).

Для того чтобы победить на олимпиаде, необходимо прежде всего быть «профессором», найти математическое решение задачи, а уж потом запрограммировать его одним из известных методов. Следует создавать библиотеки программ, оттачивать реализацию классических алгоритмов.

С учеником необходимо провести разбор основных тем (простые числа, комбинаторика, динамическое программирование, задачи на графы, структуры данных, жадные алгоритмы), изучить шаблоны алгоритмов.

Стоит отметить, что все методисты уделяют особое место не только обучению разработке алгоритмов решения, а также методам оптимизации

решений по памяти и по времени, так как эти показатели являются критериями правильности решения задач, наряду с выводом правильных ответов по всем тестам [5, с. 35–36].

Далеко не всем учителям известно, что на настоящий момент существуют сайты для тренинга по программированию. В качестве примера можно выделить:

- <http://ace.delos.com/usacogate> - подготовка к школьным олимпиадам в США;
- <http://acm.baylor.edu> – официальный сайт ACM соревнований;
- <http://contester.ru/> – система для проведения турниров и индивидуального решения задач по олимпиадному программированию (спортивному программированию).

Особое внимание заслуживает, на наш взгляд сайт <http://acmp.ru> – «Школа программиста». Данный проект создан для повышения у школьников уровня программирования и способностей, направленных на решение олимпиадных задач.

Сайт содержит архив задач по олимпиадному программированию со встроенной проверяющей системой.

Учитель, выбравший олимпиадное программирование в качестве направления дополнительной подготовки должен осуществлять ряд важных действий:

- создание и наполнение методической базы для организации как групповой, так и самостоятельной работы учащихся по подготовке к олимпиаде;
- тщательный отбор учащихся для формирования инициативной группы по подготовке к олимпиадам по программированию;
- организация систематических дополнительных занятий факультативного характера, соответствующих допустимым нагрузкам на данном возрастном этапе;
- помощь и поддержка в самостоятельной подготовке учащегося к олимпиаде и программированию. Учителю важно дать школьнику полный набор необходимой методической поддержки, начиная от банка задач и заканчивая адресами сайтов для прохождения олимпиад;
- организация занятий соревновательного характера и внутришкольных конкурсных мероприятий по программированию;
- анализ проведенных мероприятий и результатов участия школьников в олимпиадах. Важно выявить достоинства и недостатки в подготовке каждого ученика и определить эффективное направление дальнейшего развития.

Анализ содержания заданий по программированию на олимпиадах различного уровня показал, что в банк задач для решения в процессе подготовки необходимо включать следующие задачи:

- задачи, не относящиеся к разделам алгоритмизации и программированию, но развивающие логическое, пространственное мышление и вообра-

жение. Такие задания помогут разнообразить трудоемкий процесс подготовки и снять эмоциональное напряжение;

- задачи на составление словесных алгоритмов, без их реализации на языке программирования. Задания подобного типа помогут учащимся развить речевой аппарат, установить взаимопонимание в группе (что особенно важно при участии в конкурсах командного программирования), а также установят взаимосвязь между словесным и материальным выражением мыслей ребенка;

- несколько занятий стоит отдельно посвятить среде программирования и ее настройке. Зачастую в приложения встроены дополнительные функции, которые способствуют облегчению написания, отладки и компиляции кода программы, что является неотъемлемой составляющей успешного участия в олимпиадах и конкурсах по программированию;

- набор задач, реализацию решения которых, возможно проработать с помощью абсолютно различных по структуре алгоритмов. Используя такие задачи, учитель освещает такую немаловажную часть решения олимпиадной задачи по программированию как оптимизация кода программы;

- задачи по всем основным видам, используемым в современных олимпиадах по программированию. Отсутствие одного или нескольких видов задач могут существенно снизить шансы на победу в соревновании.

С методической точки зрения необходимо остановить свое внимание на:

- элементах взаимообучения и самообразования. Наиболее сильные учащиеся должны учувствовать в подготовке более слабых учеников. Не стоит исключать возможность выступления учащегося в роли учителя, т.к. очень часто при правильной мотивации самоподготовка ученика может дать результаты, превосходящие знания учителя;

- использовании здоровьесберегающих технологий при работе за компьютером.

Очень важно научить школьников безопасному использованию компьютера при интенсивной нагрузке во время подготовки и проведения олимпиад по программированию [6, с. 12].

В большинстве своем школа не может позволить выделить часы для проведения внеклассной работы по подготовке к олимпиадам. Кроме этого уровень мотивации и подготовки среднего школьного учителя информатики в области программирования оставляет желать лучшего. Наиболее правильный выход в этой ситуации - повышение связей между школой и вузом, но в каждую школу не отправишь преподавателя вуза, поэтому возможно создание на базе подготовительных курсов в вузах группы одаренных учащихся для подготовки не к вступительным экзаменам, а к олимпиадам по профилю поступления.

Сформулированные выше методические рекомендации, являющиеся синтезом уже используемых методик по подготовке школьников к олимпиа-

дам по программированию, современного опыта практикующих школьных учителей и нашего опыта подготовки и участия в олимпиадах.

Рекомендации разработаны с привлечением в них основ самообразования, установления межличностных отношений и здоровьесберегающих технологий, которые на данном этапе развития образования в России набирают все большую популярность.

#### Список использованных источников

1. Кирюхин, В. М. Методическое обеспечение олимпиадной информатики в школе. Сборник трудов XVII конференции-выставки «Информационные технологии в образовании». Часть IV / В. М. Кирюхин, М. С. Цветкова. – М. : БИТ про, 2007. – 114 с.
2. Павлова, Е. С. Методика формирования одаренности при подготовке к олимпиадам по информатике / Е. С. Павлова *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10–6. – С. 1360–362.
3. Алексеева, О. В. Педагогика профессионального образования: перспективы развития / О. В. Алексеева, Н. А. Бурмистрова, В. Д. Васильева, Н. Н. Головина, О. Н. Кравченко, Е. С. Павлова и др.; под ред. С. С. Чернова; Центр развития научного сотрудничества. – Новосибирск : СИБПРИНТ, 2010. – 245 с.
4. Богоявленская, Д. Б. Рабочая концепция одаренности / Д. Б. Богоявленская, В. Д. Шадриков, Ю. Б. Бабаева, А. В. Брушлинский, В. Н. Дружинин, и др. – М. : Магистр, 2003. – 327 с.
5. Порублев, И. Н. Алгоритмы и программы. Решение олимпиадных задач / И. Н. Порублев, А. Б. Ставровский. – М. : Вильямс, 2007. – 480 с.
6. Долинский, М. С. Алгоритмизация и программирование на Turbo Pascal: от простых до олимпиадных задач: Учебное пособие / М. С. Долинский. – СПб. : Питер Принт, 2004. – 240 с.

#### References

1. Kiryuhin V. M., Tsvetkova M. S. Methodical provision of informatics Olympiad in school. Proceedings of the XVII Conference and Exhibition "Information technologies in education." Part IV, Moscow, BIT pro, 2007, p. 114.
2. Pavlova E. S. Methodology of talent in preparation for the Olympiad in Informatics. Basic research, 2013, no. 10–6, pp. 1360–1362.
3. Alekseeva O. V., Burmistrova N. A., Vasilieva V. D., Golovina N. N., Kravchenko O. N., Pavlov E. S. et al. Pedagogy of professional education: prospects of development. ed. S.S. Chernov, Center for the development of scientific cooperation. Novosibirsk, Publishing house "SIBPRINT", 2010, 245 p.
4. Bogoyavlenskaya D. B., Shadrikov V. D., Babayeva Yu. B., Brushlinskii A. V., Druzhinin V. N., et al. Working concept of giftedness. Moscow, IPE Publishing House "Master", 2003.
5. Porublev I. N., Stavrovsky A. B. Algorithms and programs. Solution of Olympiad problems. Moscow, Williams, 2007, 480 p.
6. Dolinskiy M. S. Algorithmic and programming in Turbo Pascal: from the simple to the Olympiad problems: Textbook. St. Petersburg, Peter Print, 2004, 240 p.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕДАГОГА-МАТЕМАТИКА

Ю. С. Жаркова

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

**Аннотация.** В статье обосновывается актуальность преподавания элементов математической логики как в педагогическом вузе, так и в школьном курсе математики и информатики. Рассматриваются типы задач, решение которых основывается на методах математической логики.

**Ключевые слова:** булева алгебра, высказывание, компетенция, логическая операция, логический закон.

## USE OF MATHEMATICAL LOGIC IMPROVING PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE TEACHER OF MATHEMATICS

Ju. S. Zharkova

**Abstract.** In the article the relevance of teaching mathematical logic elements in pedagogical high school and in school mathematics and computer science are stat-icized. We consider the types of problems whose solution is based on the methods of mathematical logic.

**Keywords:** boolean algebra, saying, competence, logical operation, logical law.

Изменения, происходящие в системе образования, требуют усовершенствования компетенций, которыми должны обладать будущие педагоги, для того, чтобы обеспечить наилучшую предметную подготовку и социализацию учащихся в современных условиях, «предметная подготовка в педагогическом вузе бакалавров физико-математического образования по профилю «Информатика» должна обладать достаточной фундаментальностью» [5]. Будущему педагогу-математику необходимо выработать компетенции, основанные на использовании знаний о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применении методов математической обработки информации, в частности методов математической логики. Педагог-математик должен уметь создать условия для воспитания у учащихся математического стиля мышления, основанного на выделении логической схемы рассуждения, четкости аргументации, точности использования математической символики.

Так как умение логически грамотно рассуждать, четко формулировать свои мысли и делать правильные выводы школьникам необходимо, изучение

элементов математической логики актуально в школьном курсе математики, и, соответственно, в педагогическом вузе. Конечно, для изучения основ математической логики необходима достаточная математическая подготовка учащихся. Включать элементы математической логики в школьный курс математики можно не только в виде элективных курсов, но и в качестве дополнения к решению задач определенного типа. При изучении математики в начальной школе включается понятие высказывания, устанавливается связь между союзами и логическими операциями дизъюнкция и конъюнкция, отрицание. Эти понятия необходимы для построения отрицаний к предложениям, например:

- число 6 делится на 3 и число 5 делится на 3;
- если число 6 делится на 3, то число 5 делится на 3;
- данная фигура – квадрат или прямоугольник.
- данная фигура – прямоугольник и квадрат.
- данная фигура – квадрат либо прямоугольник.
- если в четырехугольнике стороны равны, а диагонали взаимно перпендикулярны, то он является квадратом.

Элементы логики высказываний и предикатов актуальны для обоснования необходимых и достаточных условий теорем, построения обратных и противоположных теорем, а также для доказательства теорем методами «от противного» и «приведение к абсурду».

Для построения отрицаний к аксиомам и теоремам целесообразно изучить законы де Моргана для кванторов. Многие теоремы формулируются в виде условного предложения: «Если любой элемент  $x \in M$  обладает свойством  $P(x)$ , то он обладает свойством  $Q(x)$ »:

$$\forall x \in M (P(x) \rightarrow Q(x)).$$

Очевидно, что если данная теорема неверна, то будет истинным утверждение:

$$\overline{\forall x \in M (P(x) \rightarrow Q(x))} = \exists x \in M (P(x) \cdot \overline{Q(x)}).$$

Поэтому для доказательства несправедливости теоремы нужно указать хотя бы один элемент из множества  $M$ , при котором условие  $P(x)$  истинно, а значение  $Q(x)$  ложно, то есть привести контрпример.

Примеры заданий, основывающихся на логике предикатов:

– сформулируйте необходимый и достаточный признак параллелограмма; необходимый, но недостаточный признак параллелограмма; достаточное, но не необходимое условие для того, чтобы уравнение  $\sin x = a$  имело решение.

– постройте отрицания к предложениям: через любые три точки проходит единственная плоскость; через любые две точки можно провести един-



ственную прямую; параллельные прямые не имеют общих точек.

Методы алгебры логики имеют непосредственное отношение и к курсу информатики, так как являются логической основой функционирования компьютера. В частности, можно рассмотреть приложение булевой алгебры к электрическим «распределительным сетям» или релейно-контактным схемам (переключательным схемам).

В качестве материала элективного курса для школьников можно выделить разделы: решение логических задач; составление отрицаний к предложениям, проверка рассуждений, исключение противоречия из системы предложений, переключательные схемы, методы доказательства теорем. Также полезно включить некоторые темы логики: ограничение и обобщение понятий, структура понятий, схемы рассуждений и умозаключений, методы дедуктивного вывода. Как указывалось в работе [4], начинающие учителя испытывают трудности с формированием определенных навыков у учащихся, в силу того, что «комплекс задач и упражнений, предлагаемый в высшей школе, не содержит заданий, позволяющих студенту научиться применять математические знания». Так как внедрение элементов математической логики в школьный курс математики актуально для лучшего усвоения учащимися математических понятий, основ информатики, то, соответственно, в курсе математической логики в педагогическом вузе оправдано включение заданий, позволяющих развивать логическую грамотность.

#### Список использованных источников

1. Балюкевич, Э. Л. Математическая логика и теория алгоритмов : Учебно-практическое пособие / Л. Ф. Ковалева. – М. : Евразийский открытый институт, 2009. – 189 с.
2. Гладких, О. Б. Математическая логика : учебно-методическое пособие / О. Б. Гладких, О. Н. Белых. – Елец : ЕГУ им. И. А. Бунина, 2011. – 142 с.
3. Зайцева, Е. В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник / Л. М. Гурова. – Новосибирск : НГТУ, 2012. – 254 с.
4. Ульянова, И. В. Интеграция математической и методической подготовки студентов в обучении элементарной математике / И. В. Ульянова, Ж. А. Сарванова // Интеграция образования. – № 3. – 2010. – С. 100–105.
5. Лапина, И. Э. Концепция курса «Компьютерная алгебра» в подготовке бакалавров физико-математического образования / И. Э. Лапина // Человек и образование. – № 4 (33). – 2012. – С. 99–102.
6. Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – Новосибирск : НГТУ, 2012. – 254 с.

#### References

1. Balyukevich E. L. Mathematical logic and theory of algorithms. Moscow: Eurasian Open Institute, 2009. 189 p.
2. Gladkih O. B. Mathematical logic. Elec: YSU. IA Bunin, 2011. 142 p.
3. Zaitsev E. V. Mathematical logic and theory of algorithms. Novosibirsk: JA Novosibirsk State Technical University, 2012. 254 p.
4. Ulyanova I. V., Sarvanova J. A. The integration of mathematical and methodical preparation of students in teaching elementary mathematics. Integration of education, 2010, no. 3, pp. 100–105.

5. Lapina I. E. The concept of the course "Computer Algebra" in the preparation of bachelors of physical and mathematical education . Man and education, 2012, no. 4 (33), pp. 99–102.
6. Sudoplatov, S. V. Mathematical logic and theory of algorithms. Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University, 2012. 254 p.

УДК 51

## СИММЕТРИЙНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИХ ГРУППАХ

**Т. В. Кормилицына**

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

**Аннотация.** Описаны методы решения некоторых задач дифференциального счисления с точки зрения симметричных исследований, а также задач моделирования структур кристаллов.

**Ключевые слова:** дискретные группы, дифференциальные уравнения, кристаллографическая решетка.

## SYMMETRY TRANSFORMATION IN CRYSTALLOGRAPHIC GROUPS

**T. V. Kormilitsyna**

**Abstract.** The described methods solve some problems in differential notation from the viewpoint of symmetry research, as well as the problems of modeling of the structures of crystals.

**Keywords:** discrete groups, differential equations, crystallographic lattice.

Применение классических методов исследования и интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений оказывается недостаточно эффективным для решения ряда современных прикладных проблем: численного аналитического интегрирования уравнений, имеющих неединственное решение, некоторых обратных задач и симметричных исследований, а также задач моделирования структур кристаллов.

В теории уравнений с частными производными хорошо зарекомендовали себя групповые методы, основанные на теории Ли-Бэклунда. Однако в случае обыкновенных дифференциальных уравнений классический групповой анализ практически не дает ощутимого преимущества перед традиционными методами, особенно для уравнений низших порядков.

До недавнего времени в математической литературе имелись лишь отрывочные результаты по применению дискретной симметрии к исследова-

нию обыкновенных дифференциальных уравнений, систематические симметричные исследования какого-либо класса уравнений отсутствовали.

Симметрия – чрезвычайно емкое понятие. Так, смещение, отражение, поворот, деформация представляют собой простейшие геометрические преобразования, которые характеризуют термином *симметрия*. Преобразования симметрии могут затрагивать не только геометрические, но и другие самые разнообразные характеристики исследуемых объектов. Математическим выражением общенаучного принципа симметрии является идея группы: чем больше преобразований не изменяют рассматриваемый объект, тем более симметричным он является. В понятие группы входят общие свойства операций, наиболее часто встречающихся в математике. Преобразование называется симметричным, если между образом и подобием обнаруживается сходство хотя бы по одному признаку на уровне формы или содержания.

Понятие группы преобразований является достаточно строгим в смысле понятия группы в алгебре, так как в качестве исследуемой операции избрана композиция преобразований (замкнутость операции и существование обратного преобразования постулируются, а ассоциативность операции и существование тождественного из этого очевидно следует).

Первая работа по исследованию дискретных групп преобразований нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, принадлежащая Зайцеву В. Ф., появилась в 1976 году. Дискретно-групповой метод оперирует с конкретным классом дифференциальных уравнений. При этом если весь класс не интегрируется в квадратурах, группа преобразований является дискретной. Приведем

Определение 1. Множество обыкновенных дифференциальных уравнений называется *классом уравнений*  $D$ , если каждый элемент  $D(a) \in D$  однозначно определяется вектором параметров  $a$  этого элемента. Множество допустимых значений вектора  $a$  образует *пространство параметров*  $R(D)$ .

Определение 2. Параметр уравнения, не изменяющийся под действием операций растяжения и сдвига  $x \rightarrow \alpha_1 x + \beta_1, y \rightarrow \alpha_2 y + \beta_2$  ( $x$  и  $y$  – независимая и зависимая переменные соответственно), называется *существенным*.

Определение 3. Множество  $D$  преобразований  $G$ , замкнутое на выбранном классе обыкновенных дифференциальных уравнений  $D$ , называется *дискретной группой преобразований*  $G$ , допускаемой классом  $D$ .

Каждый элемент группы  $g_i \in G$  переводит любой элемент класса  $D(a)$  в некоторый элемент того же класса  $D(a)$ , что порождает *алгебраическое представление* действия этого элемента

$$g_i: D(a) \rightarrow D(a_i) \Rightarrow b_i = F(a) \quad (1)$$

Знание дискретной группы преобразований, допускаемой классом, позволяет:

1) установить дискретную симметрию класса  $D$  в пространстве параметров  $R(D)$  и описать ее на основе алгебраических соотношений (1);

2) разбить класс  $D$  на непересекающиеся подклассы эквивалентности – орбиты точек, т. е. множества всех уравнений данного класса, связанных между собой преобразованиями, являющимися элементами группы – по группе  $G$  и ее расширениям;

3) найти точные решения всех элементов некоторой орбиты группы, если эта орбита содержит хотя бы одно обыкновенное дифференциальное уравнение, решение которого известно;

4) построить сетку разрешимых случаев дифференциального уравнения класса  $D$  на основе уравнений, интегрируемых классическими методами, разрешимых орбит, содержащих одно такое уравнение [1];

5) прогнозировать симметрии и разрешимость уравнений на основе одних лишь алгебраических соотношений (1) без проведения трудоемких выкладок, связанных с подстановкой конкретных преобразований в уравнения класса  $D$  в явном виде.

Правомерен вопрос о физическом смысле дискретных групп преобразований.

Дискретную группу преобразований можно трактовать как закон подобия моделей, описываемых соответствующими дифференциальными уравнениями, или, учитывая дискретность симметрии (так как орбиты не связаны) как резонанс или соизмеримость моделей.

В ряде случаев, например, для многих линейных уравнений дискретная группа преобразований допускает однозначную трактовку в качестве правил отбора, так как элементы дискретной группы преобразований часто действуют как преобразования сдвига спектра параметра (это, в частности, позволяет восстановить весь спектр по одному известному значению).

Очевидно, что любая орбита группы представляет некоторый полиэдр в пространстве параметров  $R(D)$ , и любая образующая группы задает дискретную симметрию этого полиэдра, подобную кристаллографической группе.

Кристаллографическая группа – это дискретная группа преобразований, имеющая ограниченную фундаментальную область. При построении и исследовании дискретных групп преобразований гипергеометрического уравнения Гаусса [2] была получена конечная группа преобразований  $C_2 \times S_4$  при использовании лишь линейных преобразований гипергеометрического уравнения (2):

$$z(1-z) \frac{d^2 u}{dz^2} + [c - (a+b+1)z] \frac{du}{dz} - abu = 0 \quad (2)$$

Найденная кристаллографическая группа может быть представлена в трехмерном пространстве параметров  $R(D)$ , изоморфном евклидову пространству  $R^3$  в виде решетки полуправильного многогранника (так называемого тела Архимеда) – усеченного кубооктаэдра, эту пространственную фигуру можно представить в виде двух вложенных усеченных октаэдров, соответствующие вершины которых связаны. С точки зрения геометрии пред-

ставляет интерес решение задачи преобразования первого названного полиэдра во второй.

Применение нелинейных преобразований уравнения класса (2) ведет к получению образований с нарушенной групповой структурой, однако полученный общий граф, объединяющий 192 дифференциальных уравнения класса (2) также имеет относительную симметрию, состоящую в повторении фрагментов графа группы  $C_2 \times S_4$  и графа 24-го порядка.

Построение таких регулярных и почти регулярных структур позволяет значительно увеличить количество интегрируемых обыкновенных дифференциальных уравнений и облегчает задачу классификации множества обыкновенных дифференциальных уравнений, так как, например, в известном справочнике [3] в качестве самостоятельных указано 67 уравнений, которые сравнительно легко могут быть присоединены к построенным симметричным дискретным структурам. В этом случае интегрирование дифференциальных уравнений с известной группой симметрии сводятся к отысканию среди элементов среди этой группы хотя бы одного известного интегрируемого дифференциального уравнения.

Так при построении разрешимых орбит уравнений типа Лежандра методами дискретно-группового анализа получено 24 новых интегрируемых в конечном виде случаев уравнений типа Лежандра. Техника получения представлена, например, в [4].

При исследовании общей дискретной группы преобразований гипергеометрического уравнения Гаусса (2) в классе  $Q^+$  построена ее структура в виде графа, соответствующего химическому аналогу с известной кристаллической решеткой – каркасу синтетического цеолита с формулой  $RHO(NaCs)_{12}Al_{12}Si_{36}O_{96} \cdot 44H_2O$  [5].

#### Список использованных источников

1. Кормилицына, Т. В. Преобразование симметрии и дискретно-групповой анализ обыкновенных дифференциальных уравнений / Т. В. Кормилицына // Технические и естественные науки: проблемы, теория, эксперимент: межвуз. сб. науч. трудов.– Саранск : Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2002. – С. 125–128.
2. Зайцев, В. Ф. Дискретно-групповой анализ обыкновенных дифференциальных уравнений. Ч. 2. / В. Ф. Зайцев, Т. В. Кормилицына. – Л., 1985, ВИНТИ N3720-85. Деп. 29 мая 1985 г. – 150 с.
3. Камке, Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. – М. : Наука, 1976. – 576 с.
4. Кормилицына, Т. В. Поиск решений обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью дискретных групп в системе GAP / Т. В. Кормилицына // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 11(19). – С. 2–5.
5. Уэллс, А. Структурная неорганическая химия. Т. 2 / А. Уэллс – М. : Мир, 1988 – 470 с.

#### References

1. Kormilitsyna T. V. Transformation of symmetry and discrete group analysis of ordinary differential equations. Technical and natural Sciences: problems, theory, experiment, Saransk : Publishing house of Mordov. state University, 2002, pp. 125–128.

2. Zaitsev V. F., Kormilitsyna T. V. Discrete group analysis of ordinary differential equations. Part 2. Leningrad, 1985, VINITI N3720-85. DEP. May 29, 1985, 150 p.
3. Kamke E. Reference book on ordinary differential equations. Moscow, Nauka, 1976, 576 p.
4. Kormilitsyna T. V. Finding solutions of ordinary differential equations equations using discrete groups in GAP system. Modern scientific research and innovation, 2012, no. 11(19), pp. 2–5.
5. Wells A. Structural inorganic chemistry. Vol. 2. Moscow, Mir, 1988, 470 p.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 537.52

## РОЛЬ СОБСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ В МЕХАНИЗМЕ ВЧ ЕМКОСТНОГО РАЗРЯДА

А. Д. Ермишин<sup>1</sup>, М. С. Круглов<sup>2</sup>, В. Л. Ковалевский<sup>1</sup>,  
В. П. Савинов<sup>1</sup>, В. Г. Якунин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет  
имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный гуманитарный  
университет», г. Хабаровск, Российская Федерация

**Аннотация.** Представлены результаты экспериментальных исследований физических эффектов в ВЧ емкостном разряде, вызванных приэлектродными электронными пучками, таких как формирование сильно неравновесного электронного энергетического спектра плазмы, возбуждение пучково-плазменных неустойчивостей, нелинейных осцилляций разрядного тока и других.

**Ключевые слова:** эксперимент, физический эффект, емкостной разряд, электронные пучки, плазма, спектр.

## ROLE OF SELF ELECTRON BEAMS IN RF CAPACITIVE DISCHARGE MECHANISM

A. D. Ermishin, M. S. Kruglov, V. L. Kovalevsky, V. P. Savinov,  
V. G. Yakunin

**Abstract.** Present article describes the results of experimental study of physical effects in radio-frequency capacitive discharge, caused by near-electrode electron beams. Among these effects are the forming of heavily unbalanced electron energy spectrum of plasma, excitation of plasma beam instability, intense non-linear oscillations of discharge current, and several others.

**Keywords:** experiment, physical effect, capacitive discharge, electron beams, plasma, spectrum.

Несмотря на многолетнюю историю изучения высокочастотного емкостного разряда (ЕВЧР), исследование деталей его физического механизма и параметров плазмы остается актуальным. Это обусловлено неизменным интересом к фундаментальной проблеме физики газовых разрядов и, в особенности, широким кругом практических применений ВЧЕР. Кроме того, следует отметить чрезвычайное разнообразие физических свойств данного разряда, проявляющееся при изменении в широком диапазоне значений внешних параметров экспериментальных условий его

реализации (частота  $f$  и напряжение  $V_{\sim}$  ВЧ поля, давление  $p$  и род рабочего газа, конфигурация и размеры разрядного промежутка, материал электродов и другие).

Новым импульсом для расширения исследований данного разряда в свое время послужило экспериментальное обнаружение в нем собственных приэлектродных высокоэнергетичных электронных пучков (ЭП) [1],[2]. Согласно устоявшейся терминологии, разряд с важной ролью процессов на поверхности электродов называют существующим в  $\gamma$  – режиме [3].

Основное внимание в своих исследованиях авторы настоящего сообщения уделяют изучению физических свойств ВЧЕР в  $\gamma$  – режиме. При этом роль собственных ЭП форсировалась использованием асимметричного ВЧЕР с активным электродом малой площади и заземленным электродом большой площади. Таким образом, исследовался ВЧЕР с достаточно плотными приэлектродными ЭП, параметры которых диагностировались оригинальными методами [4; 5].

Присутствие достаточно плотных ЭП и их взаимодействие с плазмой приводит к возникновению в ВЧЕР низкого давления большого числа электронно-пучковых эффектов. Результаты исследования ряда таких эффектов докладывались ранее на различных конференциях и описаны в недавно вышедшей монографии одного из авторов [2].

Краткая сводка полученных ранее и новых результатов проведенных исследований электронно-пучковых эффектов приводится ниже.

Как показали экспериментальные исследования, ЭП возникают не только в приэлектродных областях разряда, но и в слоях пространственного заряда у диэлектрических стенок разрядных трубок вследствие краевого эффекта ВЧ поля в окрестности электродов [6].

Авторами разработаны оригинальные экспериментальные методики измерения параметров ЭП – их энергии  $\varepsilon_{eb}$  [4] и плотности  $n_{eb}$  [5]. При этом установлена существенная зависимость этих величин от основных физических характеристик разряда.

Использованный ВЧ генератор обеспечивал в диапазоне частот (1 – 15) МГц мощность в непрерывном режиме до 1 кВт и давал возможность получать ЭП с энергиями  $\varepsilon_{eb} \leq 5 \text{кэВ}$ . Отмечалась монокинетичность ЭП в пределах 1–2 %.

Существенным моментом в проявлении электронно-пучковых эффектов является значительная зависимость параметров ЭП от частоты ВЧ поля. Дело в том, что ЭП имеют импульсный характер, существуя только в отрицательный полупериод ВЧ поля [1]. Таким образом, длительность ЭП и временной интервал между ними равны  $t = \frac{T}{2}$ , где  $T = \frac{1}{f}$  – период ВЧ поля. Поэтому с увеличением частоты поля  $f$  длительность ЭП уменьшается, зато частота их следования возрастает. К тому же, значения  $\varepsilon_{eb}$  и  $n_{eb}$  также довольно сложным образом зависят от частоты ВЧ поля [2].



Важное значение для механизма ВЧЕР имеют процессы пространственной релаксации приэлектродных ЭП по импульсу и энергии, для измерения длин которых также разработан оригинальный диагностический метод [2]. По измеренным длинам релаксации ЭП определялся механизм их затухания в пространстве: в результате парных столкновений электронов пучка с атомами или вследствие процессов коллективного взаимодействия в плазме.

В случае ВЧЕР с внешними электродами на торцах стеклянных разрядных трубок в приэлектродной области, свечение приобретало характер «мениска», производившего некоторую фокусировку ЭП в сторону центральной области разряда. Это обеспечивало дополнительное увеличение плотности ЭП.

Присутствие ЭП в разряде приводит к обогащению плазмы электронами повышенных энергий. В некоторых технических установках это обеспечивается ЭП специальных электронных пушек, производящих активацию плазмы. В условиях рассматриваемого ВЧЕР эту функцию осуществляют собственные ЭП разряда.

Экспериментальные исследования показали, что в приэлектродных областях ВЧЕР с ЭП формируется немаксвелловский, сильно неравновесный электронный энергетический спектр (ЭЭС) плазмы, обогащенный высокоэнергетичными электронами [7; 8]. Следует заметить, что, вообще говоря, ЭЭС плазмы зависит от всех параметров ВЧЕР. В такой сильно неравновесной плазме активизируются все элементарные процессы и химические реакции, инициируемые электронным ударом.

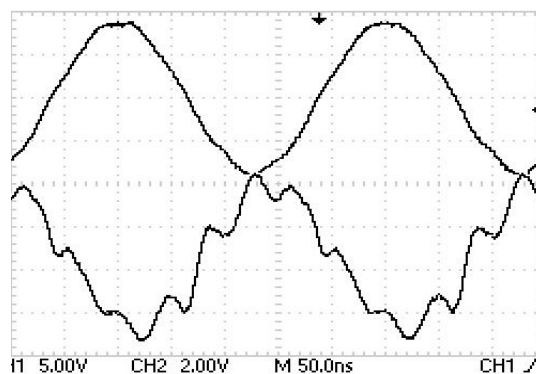
Специально экспериментально создавая определенный тип ЭЭС, можно целенаправленно активизировать заданные плазмохимические процессы. Необходимо также отметить, что подобная плазма, помимо высокоэнергетичных электронов, содержит повышенные плотности другого типа активных частиц, таких как разнообразные возбужденные частицы, активные химические радикалы и др.

Основной механизм ВЧЕР может осложняться дополнительными физическими явлениями, возникающими при наличии условий их проявления. Так, было экспериментально обнаружено появление на квазигармонической осциллограмме разрядного тока, изменяющейся с частотой ВЧ генератора, нелинейных осцилляций с частотами, соответствующими колебательной системе, состоящей из газоразрядной плазмы, приэлектродных слоев пространственного заряда и элементов внешней электрической цепи разряда, включая систему согласования [9]. Другими словами, в цепи ВЧЕР могут возникать паразитные продольные колебательные  $LC$  – контуры, эффективные реактивности которых содержатся в элементах выше упомянутой колебательной системы.

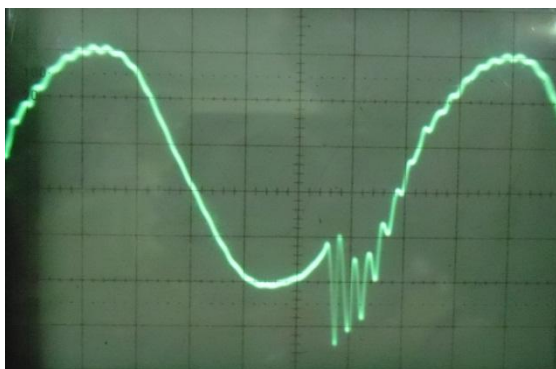
Согласно работе [9], в условиях эксперимента при частоте ВЧ генератора  $f = 100 \text{ кГц}$  частоты нелинейных осцилляций, возникавших спонтанно или инициированных извне генератором ступенчатых импульсов

напряжения составляли единицы МГц. Там же было теоретически показано, что по измеренной частоте этих осцилляций можно найти параметры плазмы – температуру  $T_e$  и концентрацию  $n_e$  электронов.

В условиях настоящей работы аналогом внешней инициации нелинейных осцилляций разрядного тока выступали собственные импульсные приэлектродные ЭП. Примеры зафиксированных в ВЧЕР нелинейных осцилляций разрядного тока совместно с осциллограммами приложенного ВЧ напряжения представлены на рис. 1–2.



**Рис. 1.** Осциллограмма разрядного тока ВЧЕР в неоне  $p = 0.5 \text{ Тор}$ ,  $f = 4 \text{ МГц}$ ,  $V_{\sim} = 800 \text{ В}$ ,  $S_a = 8 \text{ см}^2$



**Рис. 2.** Осциллограмма разрядного тока ВЧЕР в неоне  $p = 0.5 \text{ Тор}$ ,  $f = 1 \text{ МГц}$ ,  $V_{\sim} = 500 \text{ В}$ ,  $S_a = 0,8 \text{ см}^2$

Особенно отчетливо на рис. 2 виден процесс возбуждения упомянутых ранее колебательных контуров импульсным электронным пучком, формируемым в отрицательный полупериод ВЧ поля [1].

Фундаментальным электронно-пучковым эффектом в рассматриваемом ВЧЕР является возбуждение пучково-плазменной неустойчивости (ППН) [2]. Как хорошо известно, возникновение ППН сопровождается генерацией интенсивных СВЧ-полей, аномально высокой электронной температурой  $T_e \sim 10^5\text{--}10^7 \text{ К}$ , интенсивным УФ и рентгеновским излучениями, а также другими отмеченными ниже вторичными эффектами в плазме.

В разрядных трубках в присутствии ППН резко усиливается диффузия электронов в радиальном направлении, существенно снижается плотность

зарядов  $n_e$  в объеме, и газоразрядная система выходит из условий режима поддержания ППН, которая срывается [10; 8]. Очевидно, что процессы возбуждения и срыва ППН должны находить отражение во временном ходе осциллограмм разрядного тока ВЧЕР.

В условиях существования ППН, помимо различных ВЧ процессов, возникают также и низкочастотные (НЧ) неустойчивости и процессы.

Согласно экспериментальным данным работы [11], при взаимодействии стационарного ЭП от электронной пушки с плазмой проявляется последовательное возбуждение целой цепочки неустойчивостей: непосредственно ЭП возбуждает ВЧ ППН на плазменных волнах, приводящую к нагреву электронов плазмы; рост электронной температуры  $T_e$  приводит к возбуждению НЧ ионно-звуковой неустойчивости, вследствие чего нагреваются ионы, и возрастает уход плазмы в радиальном направлении и, наконец, последнее приводит к уменьшению плотности плазмы и возникновению релаксационных колебаний, обусловленных срывом ППН.

Поскольку в рассматриваемом ВЧЕР электронные пучки имеют импульсный характер, то в данном случае имеем дело с ЭП, глубоко модулированными по амплитуде на частоте ВЧ поля. Хорошо известно из литературы [12], что предварительная модуляция ЭП даже слабым ВЧ сигналом приводит к группировке электронов пучка и является эффективным средством управления развитием ППН на частотах порядка электронной плазменной частоты. Таким образом, в ВЧЕР с собственными модулированными ЭП создаются благоприятные условия для возбуждения ППН, разумеется, при наличии всех основных факторов для инициирования данного явления. Так, например, характерная длина раскачки неустойчивости:

$$L = \frac{v_{eb}}{\delta},$$

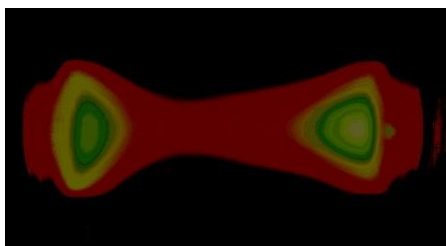
где  $v_{eb}$  – скорость электронов пучка,  $\delta$  – инкремент развития неустойчивости, должна быть меньше межэлектродного расстояния  $d$  ( $L < d$ ), в противном случае ППН не разовьется.

В работе [13] изучена зависимость от давления рабочего газа свойств стационарного пучково-плазменного разряда (ППР), возбуждаемого с помощью ЭП от электронной пушки в разрядной камере с геометрией, отличной от таковой для ВЧЕР плоской геометрии. В изученной области давлений выделены три режима ППР: 1)  $p < 10^{-2} Top$ , 2)  $10^{-2} < p < 10^{-1} Top$  и 3)  $10^{-1} < p \leq 1 Top$ .

Основные различия в них заключаются в следующем: в режиме 1 возбуждается бесстолкновительная ППН на плазменной частоте (600–900 МГц); в режиме 2 развиваются два типа столкновительной неустойчивости и низкочастотные (НЧ) колебания, частота которых с повышением  $p$

принимает ряд дискретных значений (100, 50 и 20 кГц); в режиме 3 прекращается генерация ВЧ- и НЧ- колебаний, наблюдаются аномально высокие потери энергии ЭП (исключительно за счет парных столкновений с атомами газа). Природа НЧ-колебаний, упомянутых в работах [13],[9], может быть различной из-за возникновения в ВЧЕР резонансных  $LC$  – контуров типа «слои - плазма».

Ранее в работах авторов [14; 15] для конкретного случая ВЧЕР в Ne при  $p = 0.5$  Тор, частоте ВЧ поля 4 МГц и ВЧ напряжении  $V_{\omega} = 1,5kV$  получена фотография внешнего вида и с помощью обработки на компьютере получена детальная пространственная структура свечения разряда (рис. 3).



**Рис. 3.** Пространственная структура ВЧЕР после обработки его фотографии

Проанализируем полученные результаты с целью установления возможности возбуждения ППН и обнаружения признаков ее присутствия в разряде. По характеру пространственной структуры свечения на рис. 3 представляется, что областью, в которой возбуждается ППН, является приэлектродное ярко светящееся образование (плазмоид) на расстоянии  $d_1 = 1-1,5$  см от торца разрядной трубки с внешним активным электродом. Между тем, оценка длины  $L_e$  свободного пробега электронов пучка:

$$L_e \sim \frac{v_{eb}}{v_{en}},$$

где  $v_{eb}$  – скорость электронов пучка,  $v_{en}$  – частота столкновений электронов с атомами, при учете лишь парных столкновений электронов пучка и использовании необходимых данных для условий эксперимента, дает величину  $L_e \sim 50$  см, что существенно больше межэлектродного расстояния разрядного промежутка  $d = 15$  см.

Таким образом, получаем  $L_e \gg d_1$ . С другой стороны, оценим характерную длину раскачки ППН:

$$L \sim \frac{v_{eb}}{\gamma},$$

где  $\gamma = \omega_{e0} \left( \frac{n_{eb} \omega_{e0}}{n_e v_{en}} \right)^{\frac{1}{2}}$  – инкремент нарастания столкновительно-диссипативной неустойчивости,  $\omega_{e0}$  – электронная плазменная частота,  $n_{eb}$  – плотность электронов пучка,  $n_e$  – плотность электронов плазмы.

Воспользовавшись данными авторов работы [16],[17], получим величину  $\gamma = 10^9 \text{ c}^{-1}$ .

Оценим длину раскачки ППН:

$$L \sim \frac{v_{eb}}{\gamma} = \frac{2,5 \cdot 10^9}{10^9} = 2,5 \text{ см.}$$

Отсюда следует, что  $L \sim d_1$ , то есть обнаруженное местонахождение плазмоида на рис. 3 может быть областью раскачки ППН.

Рассмотрим детальнее пространственную структуру плазмоида с квазисферическими слоями вокруг его яркого ядра (рис. 3). Аналогичное квазипериодическое расслоение с шириной слоев одного порядка со слоями нашего плазмоида наблюдалось в ППР с электронной пушкой и объяснялось возникновением ионно-звуковых волн на периферии плазмоида в работе [18].

Оценим возможность развития ионно-звуковых волн в наших условиях, где характерный размер плазмоида  $a \sim 1$  см, средняя энергия электронов в неустойчивой плазме по нашим данным [8] равна  $\overline{kT_e} \sim 200 \text{ eV}$ . Ожидаемая частота ионно-звуковых волн равна:

$$f_s \sim \frac{v_s}{a},$$

где  $v_s = \sqrt{\frac{kT_e}{M}}$  – скорость звука. Отсюда получим  $f_s \approx 3 \text{ МГц}$ .

В нашем эксперименте ЭП пульсируют с частотой ВЧ поля  $f = 4 \text{ МГц}$ , что соответствует ожидаемому диапазону частот возбуждаемых ионно-звуковых волн, возникновение которых ЭП может стимулировать. На основании приведенных данных получим характерную ионно-звуковую длину волны:

$$\lambda = \frac{v_s}{f} = \frac{3,5 \cdot 10^6}{6 \cdot 10^6} \approx 0,5 \text{ см},$$

что близко к ширине слоев в плазмоиде на рис. 3.

Для возбуждения ППН важно, какая из двух ситуаций реализуется в рассматриваемом ВЧЕР: ЭП входит в нейтральный газ и далее создает плазму или каждый следующий пучок инжектируется в предварительно

созданную предыдущими пучками плазму. В последнем случае процесс возбуждения ППН становится существенно более эффективным [12].

Оценим по имеющимся данным характерное время деионизации плазмы  $\tau$  исследуемого ВЧЕР:

$$D_a \tau \sim \Lambda^2,$$

где  $D_a \approx 10^5 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$  – коэффициент амбиполярной диффузии,  $\Lambda = 2.6 \text{ см}$  – диффузионная длина разрядного промежутка.

Получим:

$$\tau \sim \frac{\Lambda^2}{D_a} \approx \frac{6,8}{10^5} = 6,8 \cdot 10^{-5} \text{ с}.$$

Отсюда следует, что время деионизации плазмы существенно больше, чем временной интервал между двумя пучками:

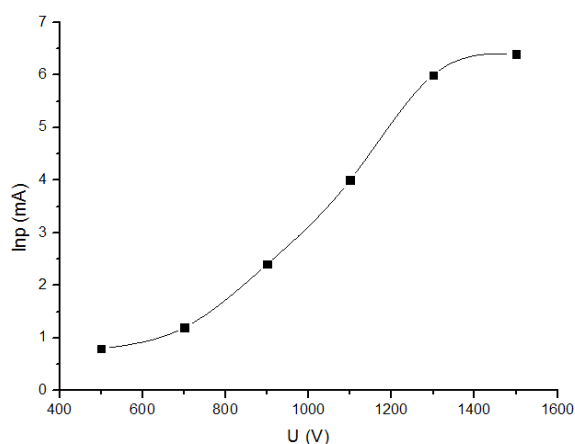
$$\tau \gg \frac{T}{2},$$

где  $T$  – период ВЧ поля, и процесс возбуждения ППН происходит в благоприятных условиях предварительно созданной плазмы.

Поскольку в присутствии ППН электроны плазмы нагреваются до весьма высоких температур ( $T_e \sim 10^5 - 10^6 \text{ K}$ ), то в спектре излучения такой плазмы должны присутствовать ионные линии с высоким потенциалом возбуждения. При этом надо учитывать, что упомянутые спектральные линии могут возбуждаться как высокотемпературными тепловыми электронами, так и электронами ЭП. Интенсивность такой линии будет содержать вклад обоих упомянутых факторов. При этом можно экспериментально разделить эти вклады, так как доля излучения, обусловленная электронами пучка, будет плоско-поляризованной, а излучение, связанное с возбуждением тепловыми электронами, будет не поляризовано.

Первые результаты спектроскопических исследований были получены с помощью поляризационной призмы Глана. В качестве исследуемого объекта была выбрана ионная линия  $Ne \text{ III } 332.3 \text{ нм}$  двукратно ионизованного атома  $Ne$  с потенциалом возбуждения  $V^* = 40 \text{ эВ}$ . При этом были исследованы зависимости от частоты ВЧ поля интенсивности неполяризованной компоненты и отношения интенсивностей неполяризованной и поляризованной компонент линии  $Ne \text{ III } 332.3 \text{ нм}$  для различных площадей активных электродов ВЧЕР (внешние электроды).

Зависимость интенсивности неполяризованной компоненты линии  $Ne \text{ III } 332.3 \text{ нм}$  от величины ВЧ напряжения представлена на рис. 4.



**Рис. 4.** Зависимость интенсивности неполяризованной компоненты ионной спектральной линии  $Ne\ III\ 332.3\ \text{нм}$  от напряжения ВЧ поля. ВЧЕР.  $Ne$ ,  $0.5\ \text{Тор}$ ,  $4.1\ \text{МГц}$ ,  $1.5\ \text{кВ}$ ,  $S_a = 8\ \text{см}^2$

В плане объяснения полученных экспериментальных результатов ожидаемым образом ведет себя только зависимость неполяризованной компоненты излучения от ВЧ напряжения: она монотонно растет (рис. 4).

Зависимости поляризованной и неполяризованной компонент излучения линии  $Ne\ III\ 332.3\ \text{нм}$  от частоты ВЧ поля и площади активного электрода ведут себя немонотонно, что обусловлено при этом немонотонным изменением параметров режима поддержания ВЧЕР. Удовлетворительное объяснение полученных результатов требует более развернутого анализа и проведения дополнительных экспериментов.

Приведенный ранее в сообщении материал показывает, насколько сложен и многообразен механизм возникновения большой ангармоничности тока ВЧЕР, объясняемый не только нелинейной проводимостью приэлектродных слоев разряда [19].

Безусловно, все электронно-пучковые эффекты находят свое отражение в виде такой интегральной макроскопической характеристики разряда как вольт-амперная характеристика ВЧЕР, особенности поведения которой описаны ранее в работе авторов [17].

В заключение следует подчеркнуть, что для создания промышленных плазмохимических реакторов, работающих в оптимальном режиме, необходимо учитывать все основные элементы физического механизма ВЧЕР.

#### Список использованных источников

1. Кузовников, А. А. О влиянии собственных стационарных электрических полей на свойства ВЧ разряда / А. А. Кузовников, В. П. Савинов // Радиотехника и электроника – 1973. – Т. 18, № 4. – С. 816–822.
2. Савинов, В. П. Физика высокочастотного емкостного разряда / В. П. Савинов. – М. : Физматлит, 2013. – 308 с.
3. Райзер, Ю. П. Физика газового разряда / Ю. П. Райзер. – Долгопрудный : Интеллект, 2009. – 736 с.

4. Александров, А. Ф. Бесконтактный метод изучения параметров приэлектродной области ВЧ разряда / А. Ф. Александров, В. А. Рябый, В. П. Савинов, В. Г. Якунин // *Физика плазмы* – 2002. – Т. 28, № 12. – С. 1086.
5. Kovalevsky, V. L. Current density measurements for electrons emitted by electrodes of a low pressure RF capacitive discharge / V. L. Kovalevsky, V. A. Riaby, V. P. Savinov, V. G. Yakunin // *Proc. of the XXX-th ICPIG, Belfast, Northern Ireland, UK* – 2011.
6. Alexandrov, A. F. The edge effect of electron beam generation from the walls restricting the HF discharge / A. F. Alexandrov, V. L. Kovalevsky, V. P. Savinov, I. F. Singaevsky // *Proc. of the XXII-th ICPIG, Hoboken, USA, NJ*, – V. 2, p. 167. – 1995.
7. Ковалевский, В. Л. Экспериментальное обоснование модели механизма емкостного ВЧ разряда / В. Л. Ковалевский, В. П. Савинов // *Физика плазмы* – 1994. – Т. 20, № 3. – С. 322.
8. Александров, А. Ф. Электронный энергетический спектр приэлектродной плазмы асимметричного емкостного ВЧ разряда низкого давления / А. Ф. Александров, А. А. Рухадзе, В. П. Савинов, И. Ф. Сингаевский // *Письма в ЖТФ* – 1999. – Т. 25, № 19. – С. 32.
9. Seebock, R. J. Electric current oscillations in a parallel-plate plasma reactor / R. J. Seebock, R. Deutsch, E. Rauchle // *J. Vac. Sci. Technol.* – 1993. – V. A 11, no 3. – P. 682.
10. Левитский, С. М. Прерывистая генерация сверхвысокочастотных колебаний при плазменно-пучковом взаимодействии / С. М. Левитский, В. З. Шаповал // *Радиотехника и электроника* – 1972. – № 7. – С. 1445.
11. Астрелин, В. Т. Нагрев ионов и диффузия при низкочастотной неустойчивости в плазме с электронным пучком / В. Т. Астрелин, Н. С. Бучельникова, А. М. Кудрявцев // *ЖТФ* – 1970. – Т. 15, № 6. – С. 1185.
12. Рогашкова, А. И. Роль ВЧ-модуляции пучка в формировании пучково-плазменного разряда без магнитного поля / А. И. Рогашкова, С. А. Рогашков // *Физика плазмы* – 1977. – Т. 3, № 1. – С. 163.
13. Березина, Г. П. Особенности развития пучково-плазменного разряда в газе высокого давления и перспективы его использования / Г. П. Березина, В. С. Ус // *Прикладная физика* – 2011. – № 1. – С. 84.
14. Савинов, В. П. Приэлектродный плазмод в высокочастотном емкостном разряде низкого давления / В. П. Савинов, М. С. Круглов, В. Г. Якунин // *Учебный эксперимент в образовании* – 2013. – № 3. – С. 73.
15. Савинов, В. П. Частотная зависимость физических свойств ВЧ емкостного разряда низкого давления / В. П. Савинов, И. Н. Егоршин, А. А. Жуков, В. Л. Ковалевский, М. С. Круглов, В. Г. Якунин // *Учебный эксперимент в образовании* – 2013. – № 3. – С. 69.
16. Ковалевский, В. Л. Относительная плотность приэлектродных электронных пучков в плазме емкостного ВЧ разряда / В. Л. Ковалевский, В. П. Савинов, И. Ф. Сингаевский // *Известия РАН, сер. физ.* – 2000. – Т. 64, № 7. – С. 1363.
17. Жуков, А. А. Физические свойства емкостного высокочастотного разряда низкого давления / А. А. Жуков, В. Л. Ковалевский, М. С. Круглов, В. П. Савинов, В. Г. Якунин // *Учебный эксперимент в образовании* – 2012. – № 2. – С. 29.
18. Клыков, И. Л. Энергетические характеристики взаимодействия пучка с плазмой в замкнутом объеме / И. Л. Клыков, В. П. Тараканов, Е. Г. Шустин // *Физика плазмы* – 2012. – Т. 38, № 3. – С. 290.
19. Райзер, Ю. П. Высокочастотный емкостный разряд / Ю. П. Райзер, М. Н. Шнейдер, Н. А. Яценко. – М. : Издательство МФТИ, 1995. – 310 с.

#### References

1. Kuzovnikov A. A. influence Of own stationary electric fields on the properties of RF discharge. *Radio engineering and electronics*, 1973, vol. 18, no. 4, pp. 816–822.



2. Savinov V. P. Physics of high-frequency capacitive discharge, Moscow, Fizmatlit, 2013, 308 p.
3. Raizer Y. P. Gas discharge Physics. Dolgoprudnyi : Intellect, 2009, 736 p.
4. Aleksandrov A. F., Savinov V. P., Yakunin V. G. Non-invasive method to study the parameters of the near-electrode region of the RF discharge. Plasma Physics reports, 2002, vol. 28, no. 12, p. 1086.
5. Kovalevsky V. L., Riaby V. A., Savinov V. P., Yakunin V. G. Current density measurements for electrons emitted by electrodes of a low pressure RF capacitive discharge. Proc. of the XXX-th ICPIG, Belfast, Northern Ireland, UK, 2011.
6. Alexandrov A. F., Kovalevsky V. L., Savinov V. P., Singaevski I. F. The edge effect of electron beam generation from the walls restricting the HF discharge. Proc. of the XXII-th ICPIG, Hoboken, USA, NJ, v. 2, p. 167, 1995.
7. Kovalevsky V. L., Savinov V. P. Experimental validation of a model of the mechanism of capacitive RF discharge. Plasma Physics reports, 1994, vol. 20, no. 3, p. 322.
8. Aleksandrov A. F., Rukhadze A. A., Savinov V. P., Singaevski I. F. Electronic energy spectrum of near-electrode plasma asymmetric capacitive RF discharge low pressure. Technical physics Letters, 1999, vol. 25, no. 19, p. 32.
9. Seebock R. J., Deutsch R., Rauchle E. Electric current oscillations in a parallel - plate plasma reactor. J. Vac. Sci. Technol, 1993, v. A 11, no. 3, p. 682.
10. Levitsky S. M., Shapoval V. Z. Intermittent generation of microwave oscillations in plasma-beam interaction. Journal of communications technology and electronics, 1972, no. 7, p. 1445.
11. Astrelin V. T., Buchelnikov N. S., Kudryavtsev A. M. Ion Heating and diffusion at low frequency instabilities in a plasma with an electron beam. ZH, 1970, vol. 15, no. 6, p. 1185.
12. Romashkova A. I., Rogachyov S. A. The Role of the RF-beam modulation in the formation of the beam-plasma discharge without magnetic field. Plasma Physics, 1977, vol. 3, no. 1, p. 163.
13. Berezina G. P. Features of the development of beam-plasma discharge in a high-pressure gas and the prospects of its. Applied physics, 2011, no. 1, p. 84.
14. Savinov V. P., Kruglov M. S., Yakunin V. G. Near-electrode plasmoid in high-frequency capacitive discharge low pressure. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2013, no. 3, p. 73.
15. Savinov V. P., Zhukov A. A., Kovalevsky V. L., Kruglov M. S., Yakunin V. G. Frequency dependence of the physical properties of the RF capacitive discharge low pressure. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2013, no. 3, p. 69.
16. Kovalevsky V. L., Savinov V. P., Singaevski I. F. The relative density of the near-electrode electron beams in the plasma of capacitive RF discharge. Izvestiya RAN, ser. physics 2000, vol. 64, no. 7, p. 1363.
17. Zhukov A. A., Kowalewski V. L., Kruglov M. S., Savinov V. P., Yakunin V. Physical properties of high-frequency capacitive discharge low pressure. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2012, no. 2, pp. 29.
18. Fang L. I., Klykov I. L., Tarakanov V. P., Shustin E. G The energy characteristics of the beam interaction with plasma in a confined space, Physics of plasma, 2012, vol. 38, no. 3, p. 290.
19. Raizer Yu. P., Schneider N., Yatsenko N. A. RF capacitive discharge, Moscow, Publishing house of Sciences, 1995, 310 p.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА

**А. В. Умаров, Хашимжон Кучкаров,  
Махмуджон Хусанбой угли Курбонов**

*Наманганский государственный университет, г. Наманган, Узбекистан*

**Аннотация.** Работа посвящена изучению температурной зависимости теплоемкости  $C_p(T)$  фторопласта с металло-оксидными наполнителями  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CdO}$ . Показано, что различные концентрации оксидов металлов могут привести к значительному росту электропроводности и к существенному изменению абсолютного значения теплоемкости. Поведение зависимостей  $C_p(T)$  интерпретируется в рамках модели Стокмейера-Хечта и структурной перестройки полимерных композиций.

**Ключевые слова:** фторопласт, оксид металла, теплоёмкость, полимерная композиция.

## HEAT CAPACITY OF THE POLYMER COMPOSITIONS BASED ON FLUOROPLASTIC

**A. V. Umarov, H. O. Kuchkarov, M. H. Kurbonov**

**Abstract.** This is a study of the temperature dependence of the specific heat  $C_p(T)$  of fluoroplastic with a metal oxide fillers  $\text{SiO}_2$  and  $\text{CdO}$ . It is shown that different concentrations of the metal oxide can lead to a significant increase of electrical conductivity and a significant change in the absolute value of the specific heat. The behaviour of dependences  $C_p(T)$  is interpreted within the model Stokmeyer - Hecht and restructuring of the polymer compositions.

**Keywords:** fluoropolymer, metal oxide, heat capacity, polymer composition.

Изучение теплофизических свойств полимерных материалов является актуальной задачей физики композитов. Развитие техники ставит перед производителями полимеров задачу получения на их основе конструкционных материалов с определенным сочетанием свойств. Одним из способов получения таких материалов является добавление в объем полимера дисперсных наполнителей.

Несмотря на широкое применение получаемых таким способом композитных материалов практически отсутствуют модели, которые объясняют процессы, отвечающие за изменение теплофизических свойств полимеров такие как теплоемкость, теплопроводность и другие, при введении в них дисперсных наполнителей.

Настоящая работа посвящена изучению теплофизических свойств полимерных композитов металлооксидными наполнителями и описанию экспериментальных результатов в рамках имеющихся модельных представлений.

Теплоемкость ( $C_p$ ), как и теплопроводность, является одной из важнейших тепловых характеристик полимерных композиций. Теплоемкость полимеров и композиций на их основе также как и других конденсированных тел определяется их колебательным спектром [1].

В соответствии с цепным строением макромолекула  $C_p$  твердых линейных полимеров в первом приближении может быть представлена аддитивной функцией двух вкладов: решеточных колебаний и характеристических колебаний отдельных групп атомов и повторяющемся звене более или менее изолированного вращения и изомеризации.

Решеточные колебания являются низкочастотными колебаниями и вносят вклад в теплоемкость полимеров и композиций при низких температурах.

Характеристические колебания боковых радикалов являются оптическими колебаниями, их частоты существенно выше частот скелетных колебаний, и поэтому их вклад в теплоемкость становится ощутимым, начиная с умеренно низких температур, и зависит от соотношения масс атомов основной цепи и бокового заместителя.

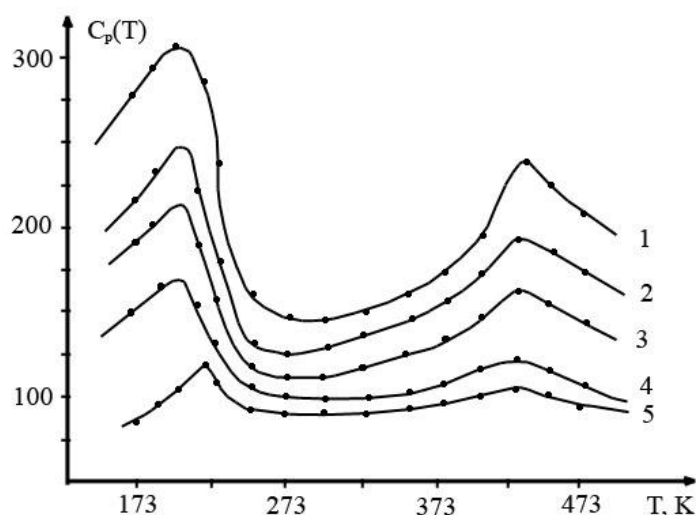
Характерное для полимеров существование поворотных изомеров, различающихся конформационными энергиями, приводит к возможности появления составляющей  $C_p$ , обусловленной различными энергетическими состояниями.

Однако ясно, что в реальных полимерах и полимерных композициях макромолекулы не изолированы, взаимодействуют между собой и молекулами включений, что необходимо учитывать при расчете низкочастотного вклада в теплоемкость. В этой связи разработана В. В. Тарасовым теория теплоемкости цепных структур с учетом взаимодействия цепей. В этой теории скелетный вклад в теплоемкость полимеров (колебания бусинок цепи – атомных групп или атомов) представлен как сумма двух вкладов: слагаемое, обусловленное колебаниями бусинок в поле сил между цепного взаимодействия, и слагаемое, обусловленное внутри цепным колебанием бусинок.

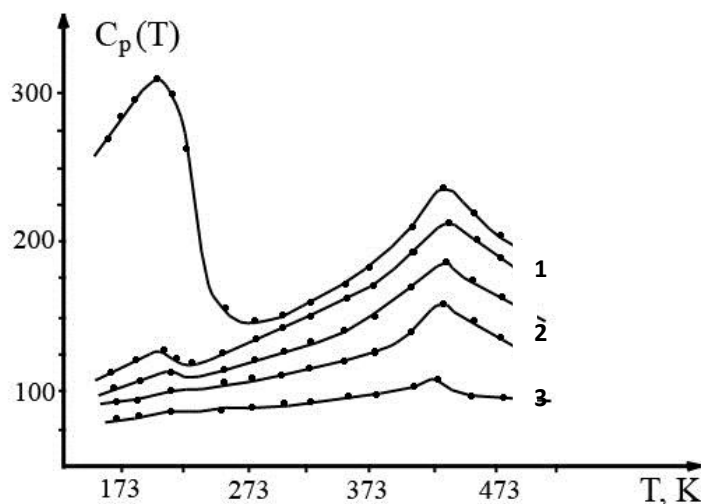
Таким образом, для вычисления теплоемкости  $C_v$  любого цепного полимера необходимо рассчитать скелетный и атомный вклады:

$$C_v = C_{v,\text{скел}} + C_{v,\text{ат}} \quad (1)$$

На рис. 1–2 представлены экспериментальные результаты по температурной зависимости  $C_p(T)$  фторопласта и композиций с  $\text{SnO}_2$  и  $\text{CdO}$  соответственно.



**Рис 1.** Температурная зависимость теплоемкости  $\Phi$ -42 и композиции  $\Phi$ -42+SnO<sub>2</sub>, при : 1 – 100%  $\Phi$ -42, 2 – 0,1; 3 – 0,3; 4 – 0,5; 5 – 0,7 об.д. SnO<sub>2</sub>



**Рис 2.** Температурная зависимость теплоемкости  $\Phi$ -42 и композиции  $\Phi$ -42+CdO, при : 1 – 100 %  $\Phi$ -42, 2 – 0,1; 3 – 0,3; 4 – 0,5; 5 – 0,7 об.д. CdO

В исследованном диапазоне температур 273–373<sup>0</sup>К наблюдается линейный рост температурной зависимости для всех полученных композиций. В диапазоне 100–450<sup>0</sup>К для полимерных композиций на линейный ход зависимости  $C_p(T)$  накладываются лямбдаобразные пики.

Аналогичный пик наблюдался (при 160–190<sup>0</sup> К) в работе [2]. Отметим, что наполнение исходных соединений фторопласта различными концентрациями оксидов металлов, приводящих к росту электропроводности на  $\approx 5$  порядков, и оказывает значительное влияние на абсолютные значения теплоемкости.

В температурном интервале  $180 \leq T \leq 300^0$  К зависимость  $C_p(T)$  может быть представлена уравнением:

$$C_p = a_1 T + b \quad (2)$$

Параметры « $a$ » и « $b$ » для всех исследованных полимеров близки по абсолютным значениям.

Наблюдаемая линейность  $C_p(T)$  в диапазоне температур 173–473<sup>0</sup>К, за исключением 200 и 425<sup>0</sup>К, не может быть результатом случайного наложения оптических и акустических колебательных мод. Такое поведение  $C_p(T)$  скорее закономерность, связанная со структурными особенностями полимерных композиций, а именно наличием сильного взаимодействия вдоль полимерной цепи вследствие внутренней химической связи и только слабого Ван-дер-Ваальсового взаимодействия между соседними цепями, а также образованием кластерных соединений металлоксидных включений.

Учитывая квазиодномерную структуру полимерных цепей и межмолекулярное взаимодействие в приближении ближайших соседей, низкотемпературную теплоемкость полимерных композиций можно описать в рамках модели Стокмейера-Хечта.

В соответствии с этой моделью в области температур 100–200<sup>0</sup>К получаем:

$$C_{v,a} \approx a_1 T_1 + a_2 T^{1/2} \quad (3)$$

При этом выполняется:

$$\frac{\hbar \left(\frac{4L_y}{M}\right)^{1/2}}{K_b} \ll T \ll \frac{\hbar \left(\frac{16\delta_y}{M}\right)^{1/2}}{K_b} \quad (4)$$

Коэффициенты пропорциональности  $a_i$  в этих уравнениях определяется константами взаимодействия;  $L_y$  – силовые постоянные взаимодействия ближайших звеньев для соседних цепей,  $\delta$  – силовые постоянные для деформации валентных углов цепи,  $M$  – масса молекулы.

Для сравнения результатов эксперимента с теорией необходимо перейти от  $C_p$  к  $C_v$ . Воспользуемся известным термодинамическим соотношением:

$$C_p - C_v = TV\beta_T^2 / K_T \quad (5)$$

где  $T$  – температура,  $V$  – молярный объем,  $\beta_T$  – коэффициент объемного расширения и  $K_T$  – изотермическая сжимаемость, значение которых равны соответственно:

$$K_T = 10^{-10} \text{ М}^2 \cdot \text{Н}^{-1}; \quad \beta_T = 2 \cdot 10^{-4} \text{ К}^{-1}; \quad V = 1,032 \cdot 10^{-5} \text{ М}^3; \quad \rho = 1162 \text{ КГ} \cdot \text{М}^{-3}.$$

Так как разница  $C_p$ ,  $C_v$  обычно с температурой растет, сделаем оценку при  $T=300^0\text{К}$ . Предельно возможная разница для данного диапазона темпера-

тур  $C_p - C_v = 1,24$  Дж/К. Очевидно, что такой разницей при анализе результатов можно пренебречь.

Из рис. 1–2 видно, что на кривой  $C_p(T)$  в области температур 100 – 225<sup>0</sup>К имеется пик, который с увеличением концентрации наполнителя почти выровняется. Уменьшение пика в зависимости от степени наполнения можно объяснить тем, что с увеличением степени наполнения оксидами кристалличность полимерной композиции возрастает в несколько раз, которая увеличивает вероятность взаимодействия между молекулярными цепочками и частицами металлооксидов.

Если учесть, что композит с оксидом более кристалличен по сравнению с полимером, то смещение пика в более высокотемпературную область естественно связать с упорядочением структуры полимерной композиции.

Таким образом, в работе измерениями температурной зависимости теплоемкости обнаружено наличие обратимых структурных перестроек в полимерных композициях с металлооксидными наполнителями. Причем, различные методы исследований в пределах ошибок фиксируют постоянную температуру перехода электропроводности, теплопроводности и теплоемкости, что говорит в пользу того, что основой всех обнаруженных аномалий является единый механизм, т. е. структурная перестройка дефектных состояний полимерных композиций фторопласт + металлооксид [3].

Установлено, что температура перехода зависит от степени наполнения и кристалличности образцов.

Следует отметить, что проведенные исследования теплофизических свойств при наполнении различными наполнителями ( типа CdO, SnO<sub>2</sub> и RuO<sub>2</sub>) показывают, что в присутствии CdO образуется более мелкая и однородная сферолитная структура, чем в исходном Ф–42, свидетельствующая о том, что частицы CdO являются эффективными зародышами структурообразования. В присутствии SnO<sub>2</sub> формируется неравномерная, дефектная структура, образованная иглообразными сферолитами.

При изменении температурно-временных условий формирования образцов характер влияния CdO на структуру полимера сохраняется, а оксидов SnO<sub>2</sub> изменяется. При уменьшении температуры и выдержки расплава частицы SnO<sub>2</sub> выступают как типичные искусственные структурообразователи, в результате чего формируется равномерно мелкосферолитная структура Ф–42.

С увеличением температуры или продолжительности ее действия наблюдается образование крупной, неоднородной и дефектной структуры. Степень упорядочения полимерных композиций с металлооксидными наполнителями при этом снижается.

Таким образом, влияние окислов металлов на структуру полимерной композиции может быть различным в зависимости от технологии, т. е. температурно-временных режимов приготовления композиций.

Список использованных источников

1. Годовский, Ю. Г. Теплофизика полимеров / Ю. Г. Годовский. – Л. : Химия. 1982. – 210 с.
2. Лискер, И. С. Вариационные методы экспериментального исследования теплофизических свойств и термического анализа различных объектов / И. С. Лискер // Инж. Физ. Жур. – 2001. – Т. 74. – № 2. – С. 119–127.
3. Умаров, А. В. Электрические характеристики толсто пленочных композиционных резисторов на основе фторопласта и пироПАНа / А. В. Умаров // Композиционные материалы, 2007. – № 1. – С. 18–21.

References

1. Godovsky Y. G. the physics of polymers. L.: Chemistry, 1982, 210 p.
2. Lisker I. S. Variazioni methods of experimental study of thermophysical properties and thermal analysis of various objects. Ing. Phys. Jour, 2001, v. 74, no. 2, pp. 119–127.
3. Umarov A. V. Electrical characteristics of the composite thick film resistors based on PTFE and propane. Magazine Songs. Materials, 2007, no. 1, pp. 18–21.

УДК 821.512.133-9

**МЕТОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЕРХЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ СВЕРХМАЛОЙ АМПЛИТУДОЙ**

**А. В. Умаров, Х. О. Кучкаров, А. А. Халмирзаев**

*Наманганский государственный университет, г. Наманган, Узбекистан*

**Аннотация.** На основе резкой зависимости туннельного тока от расстояния между проводящими электродами предложен новый способ определения колебаний сверхмалыми амплитудами. По расположению зондовых электродов относительно локализации электрода можно будет определить степень возрастания амплитуды колебаний.

**Ключевые слова:** прибор, сверхчувствительность, сверхмалые амплитуды, зондовый электрод, низкочастотные колебания, землетрясение.

**THE METHOD OF MANUFACTURING A HIGHLY SENSITIVE INSTRUMENT OF SUBSMALL AMPLITUDE LOW-FREQUENCY VIBRATIONS**

**A. V. Umarov, H. O. Kuchkarov, A. A. Kholmiraev**

**Abstract.** On the basis of the strong dependence of the tunneling current on the distance between conductive electrodes proposed a new method for determining the oscillation by subsmall amplitudes. According to the arrangement of probe electrodes with respect to the localization of the electrode, the degree of increase of the amplitude of oscillation can be determined.

**Keywords:** the device, oversensitivity, ultra-low amplitude, probe electrode, low-frequency oscillations, earthquake.

Как известно, человечество с давних пор интересуется когда, где, с какой силой происходит землетрясение и в этой области имеются достаточные научные достижения. Можно сказать, что в настоящее время с достаточной точностью определены география сейсмически активные и более стабильные зоны земного шара, имеются приблизительные данные о силе возможного землетрясения. Однако, несмотря на то, что имеются достаточно разнообразные виды приборов, сигнализирующих заранее о возникающем землетрясении, нельзя сказать, что они на практике себя оправдывают. Пример этому – недавно происходившие землетрясения в Фукусиме. Поскольку Япония технологически развитая страна и она находится в сейсмически активной зоне, то можно предполагать, что у них имеются современные высокочувствительные приборы, сигнализирующие о возникающем землетрясении.

Практика показала, что в Фукусиме перед возникновением землетрясений не были обезопасены реакторы атомных электростанций. Между тем, многие страны мира решение своих энергетических проблем связывают с источником ядерной энергетики, что в дальнейшем естественно станет актуальным.

Поэтому при построении таких источников энергии рядом с ними нужны высокочувствительные приборы, которые заранее предупреждают о землетрясении и автоматически обеспечивают безопасность ядерных реакторов. Это является необходимой и актуальной задачей.

Как известно, информацию о возникновении землетрясения получают различными методами, и они основаны на разных физических процессах. Некоторые из них основываются на распространении под Землей колебательных волн, а другие предпочитают узнать о землетрясении с помощью регистрации изменений радиоволн, находящихся наверху сейсмических зон в слоях ионосфере. Также существует предположение о том, что саранча своими сенсорными органами под ногами чувствует подземельные колебания с амплитудой порядка ангстремов и до возникновения землетрясения насекомые покидают свои места.

Надо отметить, что во всех случаях землетрясений процесс разрыва деформационных сил начинается на атомно-молекулярном уровне с очень маленькой амплитудой и низкой частотой. Поэтому регистрация сверхслабых колебаний в подземельных слоях занимает особое место в исследованиях подобных явлений.

В настоящее время для регистрации таких слабых колебаний используют интерференционный способ лазерных лучей и с достаточно высокой точностью определяют амплитуды колебаний микрометровых размеров, но они для оценки вероятности землетрясения оказались недостаточными. Здесь, по-видимому, необходим более чувствительный прибор, определяющий колебания с наноразмерной амплитудой. Чем раньше определяется межмолекулярные разрывы деформационных сил, когда они маленькие, тем больше будет необходимое время для предупреждения об опасности. В этой



работе мы предлагаем создать прибор, регистрирующий сверхслабые колебания и работающий на основе известного из квантовой механики туннельного эффекта и не имеющий аналогов в практике.

Физические принципы, положенные в основу такого прибора, состоят в использовании резкой зависимости туннельного тока от ширины вакуумного промежутка. Увеличения или уменьшения зазора на один ангстрем (что меньше диаметра атома) может вызвать изменение туннельного тока в десять раз [1].

Если один из электродов приблизить к месту, которое относительно Земли абсолютно покоится, а второй электрод закрепить к системе, связанной с Землей, появление колебаний с малыми амплитудами приводит к возникновению значительного автоэмиссионного тока.

Чувствительность регистрации сверхслабых колебаний таким способом может в тысячи раз превосходить существующие методы, поэтому он является более привлекательным. Для создания такого прибора кроме общих требований, предъявляемых к туннельному микроскопу, добавляется еще особые требования. При установке предлагаемого прибора необходимо учесть возникновение возможных вибрационных колебаний, несвязанных с колебаниями Земли (т. е. далеко от аэропортов, железных и автомобильных дорог).

Для этой цели лучше подходит бассейн с глубиной не менее 100 метров. Внутри этой ямы устанавливается высокая башня и на неё с помощью тонкого провода подвешивается массивный диск, поверхность которого покрыта графитом.

В этом случае массивный диск должен быть амортизирован со всех сторон, чтобы на него не передавались колебания Земли.

Основа другого зондового электрода глубоко вводится в боковые стенки земляного бассейна. В результате этого графитный электрод-диск покоится, а второй электрод с острием вместе с Землей может колебаться. Далее, кончик острия сначала механически, а затем через движение пьезокварца, который имеет обратную связь, приближается к поверхности диска. Когда кончик зонда вместе с Землей будет колебаться уже в порядке ангстремов, наблюдается туннельный ток.

Электроды подключают через усилитель к предупреждающей сигнализации. Если такие зонды установить с четырех сторон отдельно, тогда можно достичь удобной и очень надежной сигнализации.

Если Земля начинает колебаться с большой амплитудой, тогда обратная связь, уменьшая силу тока, вводит зонд в область блокировки.

При максимальной длине (удлиненный напряжением) пьезоэлемента, подавая на оба электрода определенное напряжение, фиксируют расстояние, когда появляется туннельный ток, затем, уменьшая напряжение, приложенное на пьезоэлемент, сокращают длину пьезокристалла, т. е. удаляют от поверхности на расстояние 10–20, или 30–50 или 100–200 ангстремов и оставляют прибор в ожидаемом положении.

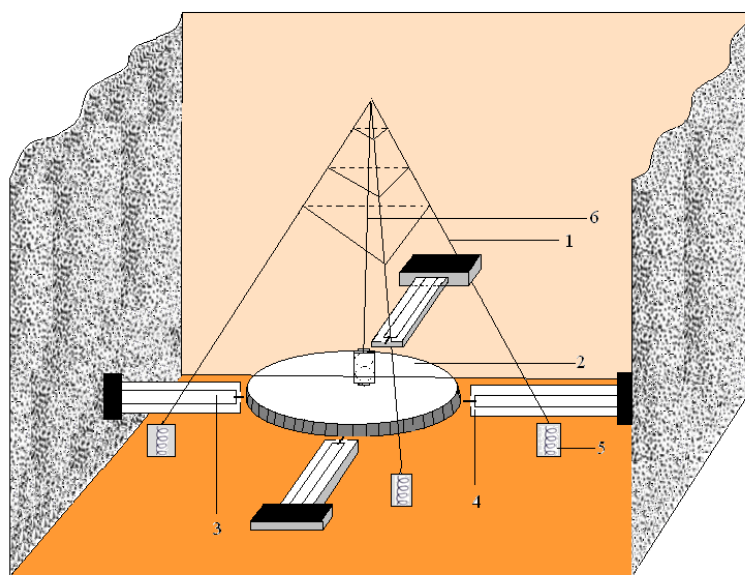
Если до начала землетрясения происходят колебания с амплитудой в порядке ангстрема, которое, как полагают, приблизительно сравнимое с порогом чувствительности саранчи, то появляется автоэмиссионный ток.

Усиливая сигналы такого вида, можно наблюдать на экране колебания Земли. Здесь можно установить рядом с фиксированным электродом дополнительно несколько электродов с острями, располагая их постепенно в порядке удаления от поверхности диска с шагом в 100 ангстремов.

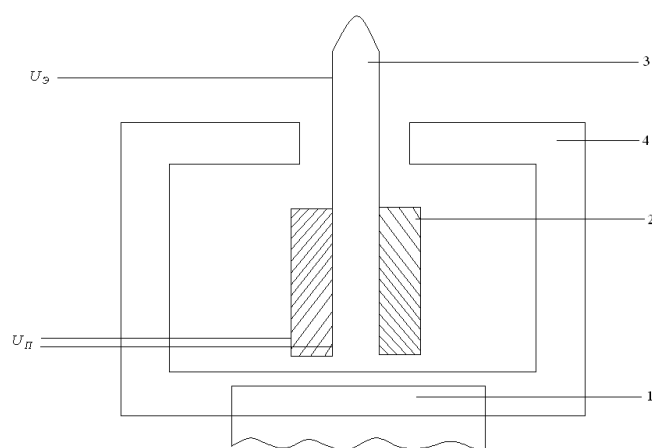
Тогда, наблюдая за возникновением автоэмиссионного тока с определенного острья, можно получить сведения о возрастании амплитуд сверхнизких частот и тем самым информацию о темпе возрастания амплитуд колебаний.

Как видно, предлагаемая методика имеет некоторые преимущества. Чтобы получаемые в режиме ожидания результаты были адекватными, очень важно исключить появления автоэмиссионного тока из-за внешних влияний и других флуктуаций [1]. Теперь, чтобы обеспечить приближение электродов только за счет колебания Земли, выберем конструкцию прибора в виде, как показано на рис. 1.

В этом устройстве вид – острье, установленное на пьезоэлемент (показано на рис. 2).



**Рис. 1.** Общий вид прибора, регистрирующего колебания сверхмалых частот и амплитуд: 1 – стальная башня, 2 – массивный диск, 3 – пьезоэлемент, 4 – блокирующий защитный барьер, 5 – деформационная подставка под башню, 6 – тонкая нить

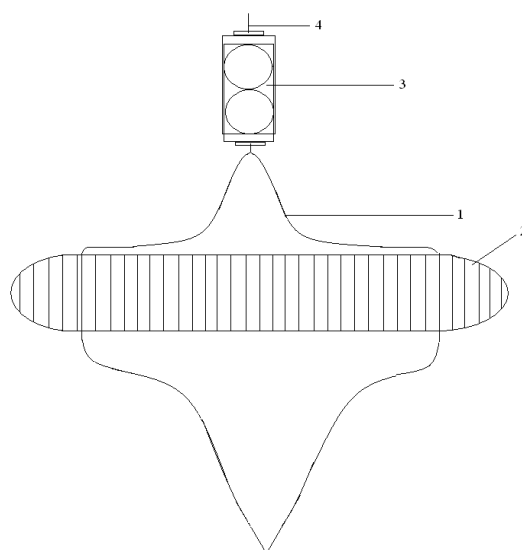


**Рис. 2.** Вид электрода с острием на пьезоэлементе в защитной подставке:  
 1 – клин, установленный на боковые стены бассейна, 2 – пьезокварц,  
 3 – вольфрамовое острие, 4 – барьер, блокирующий острие от больших колебаний,  
 5 –  $U_\pi$  – напряжение приводящее к линейному изменению длины пьезоэлемента,  
 6 –  $U_\epsilon$  – напряжение между острием и поверхностью массивного диска

При изготовлении тяжелого диска надо уделять внимание на то, что он должен быть очень массивным, и когда вся система вместе с Землей начинает колебаться, он должен сохранить свое состояние покоя. Поэтому его надо изготовить в виде отвеса.

Например, чтобы идеально сохранить неизменной плоскость колебания маятника Фуко, т. е. чтоб вращение Земли не передавалось на маятник, колеблющиеся тяжелое тело подвешивают на тонкую нить. Здесь целесообразно изготовить отвес аналогично этому с выпуклой поверхностью.

Выпуклая поверхность диска должна быть покрыта чистым слоем графита. Графитовый слой является не только хорошим проводником, но и при воздействии атмосферы надолго сохраняет поверхность чистой.

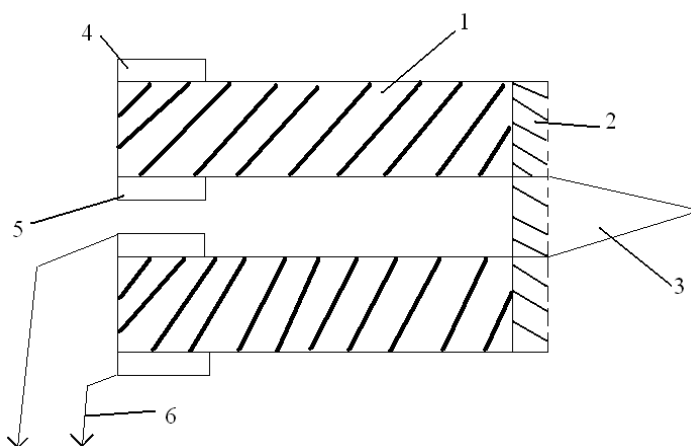


**Рис. 3.** Общий вид тяжелого массивного диска. 1- массивный диск, 2 – графитовый слой, 3 – шарнирное соединение, 4 – нить

Закрепление острия, изготовленного из вольфрама, на пьезоэлементе проводится следующим образом. Обычно пьезоэлемент марки КР-6 имеет линейную зависимость от напряжения, его линейное изменение выполняется в интервале от 10 до 900 ангстремов. Поэтому, внутренней и внешней поверхностью пьезоэлемент, который имеет тонкую трубкообразную форму, соединяется с надежным контактом через проводник.

Если при подаче напряжения на эти контакты наблюдаются под микроскопом изменение длины пьезоэлемента, контакт считается хорошим.

На другой конец этой трубки закрепляется вольфрамовая игла и монтируется в механической удлинителе.



**Рис. 4.** Общий вид пьезокерамики и иглы. 1 – керамическая трубка, 2 – основа для закрепления вольфрамового игла. 3 – вольфрамовая игла, 4 – внешний контакт, 5 – внутренний контакт, 6 – проводник, которая подается напряжение

Таким образом, из вышеизложенного можно заключить, что предлагаемой теоретический метод создания такого прибора для регистрации низкочастотных колебаний со сверхмалой амплитудой имеет полное практическое основание и реализацию.

#### Список использованных источников

1. Binning G, Rohrer H, Gerber Ch, Weibel E. (7\*7).recon struction on Si(III) resolved in real space.Phys.Rev.Lett.50.(2),120-123 (1983).
2. Swartrentruber B.S. Direct Measure ment of surface Diffusion Using Asom-Traeking Scanning Tunneling Microscopy.Phys.Rev.Lett 7b(3),459-662(1996).

#### References

1. Binning G, Rohrer H, Gerber Ch, Weibel E. (7\*7).recon struction on Si(III) resolved in real space.Phys.Rev.Lett.50.(2),120-123 (1983).
2. Swartrentruber B.S. Direct Measure ment of surface Diffusion Using Asom-Traeking Scanning Tunneling Microscopy.Phys.Rev.Lett 7b(3),459-662(1996).

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СВЕРХРЕШЕТКЕ

Ю. В. Погодина, Н. Н. Хвастунов

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

**Аннотация.** Исследуются правомерность использования приближения слабого переменного электрического поля и граница применимости приближения слабого переменного электрического поля в случае полупроводниковой сверхрешетки, помещенной в постоянное и переменное электрическое поле.

**Ключевые слова:** полупроводниковые сверхрешетки, электрический ток, наноструктуры, электромагнитное поле.

## ELECTRIC CURRENT IN THE SEMICONDUCTOR SUPERLATTICE

Yu. V. Pogodina, N. N. Khvastunov

**Abstract.** Investigated validity of using the approximation of a weak alternating electric field and limit of applicability of the approximation of a weak alternating electric field in the case of the semiconductor superlattice placed in a direct and alternating electric field.

**Keywords:** semiconductor superlattices, electric current, nanostructures, electromagnetic field.

В настоящее время полупроводниковые сверхрешетки представляют собой одну из наиболее быстро развивающихся областей физики твердого тела. Они являются объектом особого интереса для физиков. Композиционные сверхрешетки и особенно легированные сверхрешетки с их широкими возможностями перестройки представляют собой важный класс полупроводников, оказывающий большое влияние на физику твердого тела и современную технологию электронных приборов.

Термин сверхрешетка обычно используют для периодических структур, состоящих из тонких слоев двух полупроводников, повторяющихся в одном направлении. Период по толщине обычно составляет от нескольких до десятков нанометров, что меньше длины свободного пробега электронов, но больше постоянной кристаллической решетки, обычно полупроводника [2]. Такой периодический потенциал сверхрешетки существенно изменяет зонную структуру исходных полупроводников, создавая минизоны в пространстве волнового вектора и энергетические подзоны. В этом отношении сверхрешетку можно рассматривать как новый синтезированный проводник, не существующий в природе, который обнаруживает необычные электронные и оптические свойства [6].

Исследование возможности использования полупроводниковых сверхрешеток базируется на анализе выражений для тока, который генерируется в полупроводниковой сверхрешетке при приложении к ней электромагнитного поля [5].

Получим аналитическое выражение для электрического тока, возникающего в полупроводниковой сверхрешетке при помещении ее в постоянное и переменное электрическое поле, направленное вдоль оси сверхрешетки. Для этого решим кинетическое уравнение Больцмана (1):

$$\frac{\partial f}{\partial t} - eE(t) \frac{\partial f}{\partial p} = \frac{-f - f^{eq}}{\tau}, \quad (1)$$

где  $f^{eq}$  – равновесная функция распределения,  $E(t) = E_{dc} + E_1 \cos \omega_1 t$

Разложим функцию распределения в ряд Фурье, учтем периодичность квазиимпульса:

$$f = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m(t) e^{im\varphi}, \quad f^{eq} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m^{eq} e^{im\varphi} \quad (2)$$

При этом  $\varphi = \frac{pd}{\hbar}$ ,  $f_m^{eq} = \frac{n_0 d I_m(x)}{2\pi \hbar I_0}$ , где  $p$  – импульс,  $d$  – период,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $n_0$  – концентрация,  $I_m(x)$  – модифицированная функция Бесселя  $m$ -ого порядка,  $I_0$  – модифицированная функция Бесселя нулевого порядка

Подставим (2) в уравнение (1), получим:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial t} \left[ \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m(t) e^{im\varphi} \right] - eE(t) \frac{\partial}{\partial p} \left[ \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m(t) e^{im\varphi} \right] = \\ = - \left[ \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m(t) e^{im\varphi} - \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m^{eq} e^{im\varphi} \right] \frac{1}{\tau} \end{aligned} \quad (3)$$

Учтем явный вид электрического поля. Получим:

$$\frac{\partial f_m(t)}{\partial t} - im \left[ \frac{edE_{dc}}{\hbar} + \frac{edE_1 \cos \omega_1 t}{\hbar} \right] f_m(t) = - \frac{f_m(t)}{\tau} + \frac{f_m^{eq}}{\tau} \quad (4)$$

Обозначим  $\frac{edE_{dc}}{\hbar} = \Omega_0$ ,  $\frac{edE_1}{\hbar} = \Omega_1$ , где  $\Omega_0$  – блоховская частота (3).

Уравнение (4) с учетом введенных обозначений примет вид:

$$\frac{\partial f_m(t)}{\partial t} - f_m(t) \left[ im(\Omega_0 + \Omega_1 \cos \omega_1 t) - \frac{1}{\tau} \right] = \frac{f_m^{eq}}{\tau} \quad (5)$$

Запишем решение однородного уравнения, соответствующего уравнению (5), в виде:

$$f_m(t) = e^{im(\Omega_0 t + \beta_1 \sin \omega_1 t) - \frac{t}{\tau}}, \quad (6)$$

где  $\frac{\Omega_1}{\omega_1} = \beta_1$ .

Введем коэффициент, зависящий от времени  $f \rightarrow C(t)f(t)$ .

Тогда решение неоднородного уравнения можно записать в виде:

$$f_m(t) = C(t)e^{im(\Omega_0 t + \beta_1 \sin \omega_1 t) - \frac{t}{\tau}}. \quad (7)$$

Найдем коэффициент  $C(t)$  методом Лангранжа и подставим в функцию распределения, получаем:

$$f_m(t) = f_m^{eq} e^{im\beta_1 \sin \omega_1 t} \sum_{l=-\infty}^{\infty} J_l(m\beta_1) \frac{e^{-il\omega_1 t}}{[1 - i(m\Omega_0 + l\omega_1)\tau]}, \quad (8)$$

Воспользуемся разложением в ряд по функциям Бесселя [1] в виде:

$$e^{im\beta_1 \sin \omega_1 t} = \sum_l^{\infty} J_l(m\beta_1) e^{-il\omega_1 t} \quad (9)$$

Тогда (8) примет вид:

$$f_m(t) = f_m^{eq} \sum_{l=-\infty}^{\infty} \sum_{k=-\infty}^{\infty} J_l(m\beta_1) J_k(m\beta_1) \frac{e^{-i\omega_1 t[l-k]}}{[1 - i(m\Omega_0 + l\omega_1)\tau]} \quad (10)$$

Сменим индексы:  $l - k = -\nu$ .

Тогда (8) примет вид:

$$f_m(t) = f_m^{eq} \sum_{l=-\infty}^{\infty} \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} J_l(m\beta_1) J_{l+\nu}(m\beta_1) \frac{e^{-i\omega_1 t\nu}}{[1 - i(m\Omega_0 + l\omega_1)\tau]} \quad (11)$$

Усредним скорость по квазиимпульсу, получаем:

$$\begin{aligned} V(t) &= \frac{\hbar V_0}{d2i} \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_m(t) \int_0^{2\pi} (e^{i\varphi} - e^{-e\varphi}) e^{im\varphi} d\varphi = \\ &= \frac{\pi i \hbar V_0}{d} (f_1 - f_1^*) \end{aligned} \quad (12)$$

Найдем косинус-компонент тока:

$$j^{cos} = -e\langle V(t)\cos\omega_1 t \rangle_t$$

$$j^{cos} == -e\pi i \frac{\hbar V_0}{d} f_1^{eq} \sum_{l=-\infty}^{\infty} \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} J_1(m\beta_1) J_{l+\nu}(m\beta_1) \left\langle \left[ \frac{e^{i\omega_1 t \nu}}{[1-i(m\Omega_0+l\omega_1)\tau]} - \frac{e^{-i\omega_1 t \nu}}{[1+i(m\Omega_0+l\omega_1)\tau]} \right] (e^{i\omega_1 t} + e^{-i\omega_1 t}) \right\rangle_t \quad (13)$$

Проведя усреднение, получим:

$$j = -e\pi i \frac{\hbar V_0}{d} f_1^{eq} \sum_{l=-\infty}^{\infty} \sum_{\nu=-\infty}^{\infty} J_1(m\beta_1) J_{l+\nu}(m\beta_1) \left( \frac{\langle e^{i(\nu+1)\omega_1 t} \rangle_t}{[1-i(m\Omega_0+l\omega_1)\tau]} + \frac{\langle e^{i(\nu-1)\omega_1 t} \rangle_t}{[1-i(m\Omega_0+l\omega_1)\tau]} - \frac{\langle e^{-i(\nu+1)\omega_1 t} \rangle_t}{[1+i(m\Omega_0+l\omega_1)\tau]} - \frac{\langle e^{-i(\nu-1)\omega_1 t} \rangle_t}{[1+i(m\Omega_0+l\omega_1)\tau]} \right) \quad (14)$$

Среднее значение косинус-компоненты тока не равно нулю только при  $\nu = 1$  и  $\nu = -1$ . Следовательно (13) примет вид:

$$j^{cos} = \frac{2e\pi\hbar V_0}{d} f_1^{eq} \sum_{l=-\infty}^{\infty} J_1(\beta_1) [J_{l-1}(\beta_1) + J_{l+1}(\beta_1)] \frac{(\Omega_0+l\omega_1)\tau}{1+(\Omega_0+l\omega_1)^2\tau^2}. \quad (15)$$

Величина  $E_1$  мала, поэтому в (15) существенный вклад дают функции Бесселя малых порядков, следовательно  $l = \pm 1, 0$ . В результате получим:

$$j^{cos} = \frac{2e\pi\hbar V_0}{d} f_1^{eq} \sum_{l=-\infty}^{\infty} J_1(\beta_1) J_0(\beta_1) \frac{(\Omega_0 + \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 + \omega_1)^2\tau^2} + J_{-1}(\beta_1) J_0(\beta_1) \frac{(\Omega_0 - \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 - \omega_1)^2\tau^2}. \quad (16)$$

Учтём, что:

$$J_1(\beta_1) = -J_{-1}(\beta_1)$$

$$j^{cos} = \frac{2e\pi\hbar V_0}{d} f_1^{eq} J_1(\beta_1) J_0(\beta_1) \left[ \frac{(\Omega_0 + \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 + \omega_1)^2\tau^2} - \frac{(\Omega_0 - \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 - \omega_1)^2\tau^2} \right] \quad (17)$$

Раскладывая функции Бесселя в ряд и учитывая только первые члены разложения, получаем  $J_1(\beta_1) J_0(\beta_1) = \beta_1/2$ . Тогда (17) примет вид:

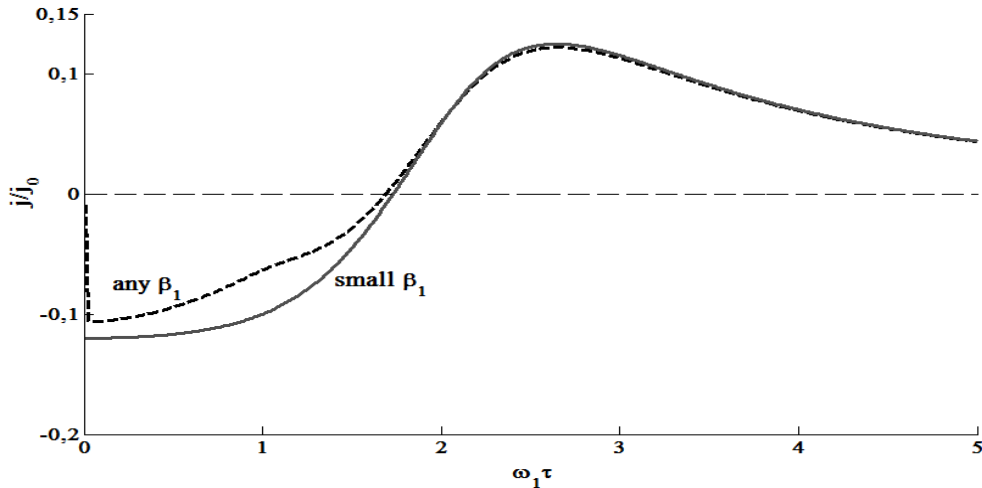
$$j^{cos} = \frac{\beta_1 e\pi\hbar V_0}{d} f_1^{eq} \left[ \frac{(\Omega_0 + \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 + \omega_1)^2\tau^2} - \frac{(\Omega_0 - \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 - \omega_1)^2\tau^2} \right]. \quad (18)$$

Перепишем (18) в единицах  $j_0 = \frac{e\pi\hbar V_0}{d} f_1^{eq}$  :



$$j^{cos} = j_0 \beta_1 \left[ \frac{(\Omega_0 + \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 + \omega_1)^2 \tau^2} - \frac{(\Omega_0 - \omega_1)\tau}{1 + (\Omega_0 - \omega_1)^2 \tau^2} \right] \quad (19)$$

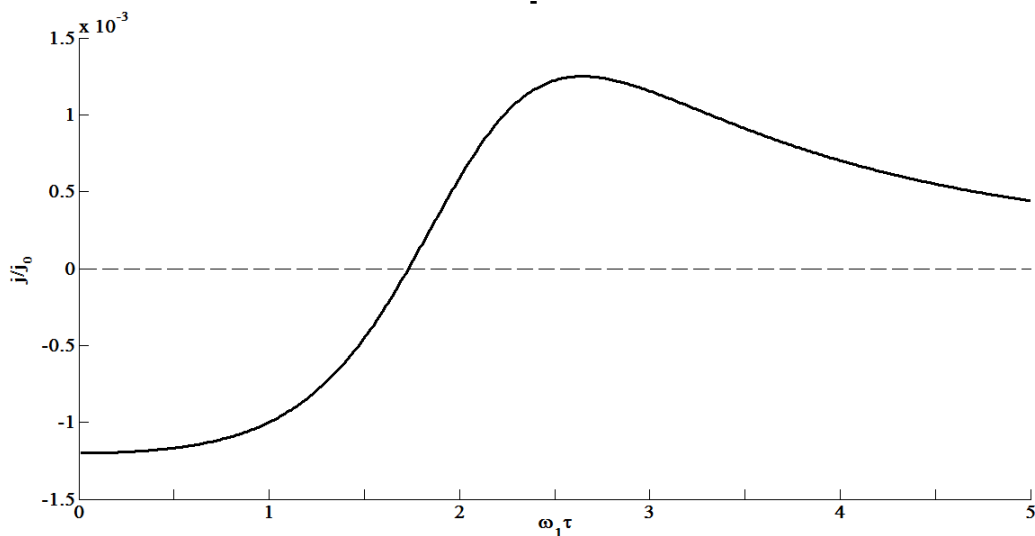
Построим графики функций токов по формулам (15) и (19) (рис. 1).



**Рис. 1.** Зависимость тока от частоты, полученная по точной аналитической формуле (15) (пунктирная линия) и по приближенной (19) (сплошная линия) при  $\Omega_0 \tau = 2, \Omega_1 \tau = 1$

Усиление электромагнитного излучения в сверхрешетке, происходит в области отрицательной дифференциальной проводимости (эффект уменьшения тока с ростом напряжения [3]). Стоит отметить, что приближенная формула при данных амплитудах постоянного и переменного полей дает большую погрешность.

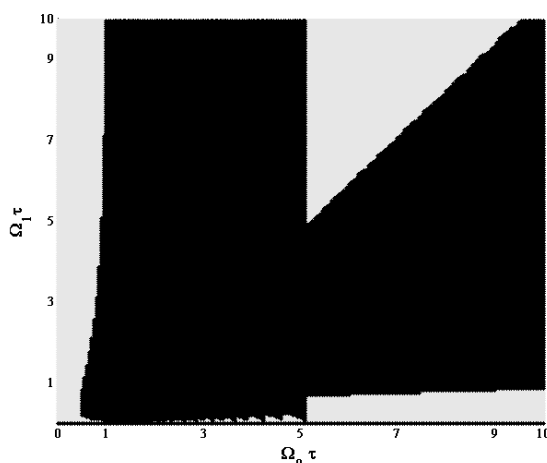
Выясним, можно ли использовать формулу (19) для слабого переменного электрического поля и насколько она справедлива.



**Рис. 2.** Зависимость тока от частоты, полученная по точной аналитической формуле (15) и по приближенной (19) при  $\Omega_0 \tau = 1, \Omega_1 \tau = 0,01$

Графики функций (15) и (19) (рис. 2) совпадают, следовательно, приближение, которое было использовано, имеет право на существование и его можно использовать для качественного и количественного анализа.

Установим границу применимости приближения слабого переменного поля.



**Рис. 3.** Степень отклонения приближенного значения тока от точного (серый цвет – менее 1 % черный цвет – более 1 %)

На полученном графике (рис. 3) четко видны области применимости приближения (серый цвет) и области, в которых данное приближение не стоит использовать (черный цвет). Критерием применимости служило отклонение менее 0,01 значения тока, полученного по приближенной формуле от значения, полученного по точной формуле.

Мы получили аналитическое выражение для электрического тока, возникающего в полупроводниковой сверхрешетке при помещении ее в постоянное и переменное электрическое поле, выяснили правомерность использования приближения слабого переменного электрического поля и установили границу применимости приближения слабого переменного электрического поля.

Результаты работы могут быть использованы при чтении и изучении дисциплин по выбору «Полупроводниковые сверхрешетки», «Оптика низкоразмерных систем», «Основы нанотехнологий» [7].

#### Список использованных источников

1. Абрамовиц, М. Справочник по специальным функциям / М. Абрамовиц, И. Стиган; перевод с англ. В. А. Диткина и Л. Н. Кармазиной. – М. : Наука, 1979. – 832 с.
2. Бонч-Бруевич, В. Л. Физика полупроводников / В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников. – М. : Наука, 1977. – 380 с.
3. Волков, А. Ф. Физические явления в полупроводниках с отрицательной дифференциальной проводимостью / А. Ф. Волков, Ш. М. Коган // Успехи физических наук, 1968. – Т. 96. – С. 633–672.
4. Игнатов, А. А. Блоховские осцилляции и нестабильность волн пространственного заряда в полупроводниках со сверхрешеткой / А. А. Игнатов, В. И. Шашкин // ЖЭТФ. – 1987. – Том 93. – С. 935.

5. Павлович В. В. Проводимость полупроводника со сверхрешеткой в сильных электрических полях / В. В. Павлович, Э. М. Эпштейн // Физика и техника полупроводников, 1976. – Т. 10. – С. 2001.
6. Херман, М. Полупроводниковые сверхрешетки / М. Херман: Пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 240 с.
7. Хвастунов, Н. Н. Курс по выбору «Основы нанотехнологий» в педагогическом вузе / Н. Н. Хвастунов // Учебный эксперимент в образовании. – 2012. – № 3. – С. 37.

#### References

1. Abramovits M. Reference book on special. Moscow: Science, 1979.
2. Bonch-Bruyevich V. L. Fizika of semiconductors. Moscow: Science, 1977.
3. Volkov A. F., Kogan Sh. M. The physical phenomena in semiconductors with the negative differential conduction. Achievements of physical sciences, 1968, vol. 96, pp. 633–672.
4. Ignatov A. A. Bloch oscillations and instability of waves of a space charge in semiconductors with a superlattice. JETP, 1987, vol. 93, pp. 935.
5. Romanov Yu. A. About differential conduction the poluprovonikovykh of superlattices. Solid state physics. 2004, vol. 45. pp. 529–534.
6. Herman M. Semiconductor superlattices: The lane from English. Moscow: World, 1989, 240 p.
7. Khvastunov N. N. Elective "Basics of Nanotechnology" in pedagogical high school Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2012, no 3, p. 37.

УДК 621.356

## ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЭЛЕМЕНТА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ САМОРАЗРЯДА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

**В. Д. Рогачев, С. В. Новиков**

*Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова, г. Рязань, Российская Федерация*

**Аннотация.** Описана схема применения фотоэлемента для компенсации саморазряда аккумуляторных батарей.

**Ключевые слова:** аккумуляторная батарея, фотоэлемент, саморазряд.

## THE APPLICATION OF THE PHOTOCELL TO COMPENSATE FOR SELF-DISCHARGE BATTERIES

**V. D. Rogachev, S. V. Novikov**

**Abstract.** Describes the use of photocell for the compensation of self-discharge of batteries.

**Keywords:** rechargeable battery, solar cell, self-discharge.

Аккумуляторные батареи (АБ) широко используются в промышленности. Основным и существенным недостатком АБ является саморазряд, приводящий к снижению их ёмкости.

Для устранения саморазряда используются установки подзаряда аккумуляторных батарей малыми токами.

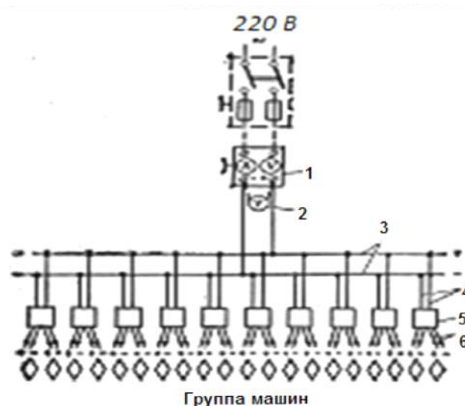
Для компенсации саморазряда аккумуляторных батарей применяется установка [1], подзаряжающая их малыми токами. Токи данного устройства имеют фиксированные значения 50, 100 или 150 мА.

Принципиальная схема сети подзарядки батарей при хранении их на машинах представлена на рис. 1.

Недостатками данной установки является отсутствие защиты от короткого замыкания, неточная компенсация саморазряда, т. к. на все батареи подается одинаковое напряжение, а строго фиксированные значения токов подзаряда не позволяют установить их равными току саморазряда. Невозможность проведения регулировки уровня зарядного напряжения в зависимости от температуры окружающей среды, что, существенно снижает точность компенсации саморазряда.

В результате получается, что одни батареи перезаряжаются, а другие недозаряжаются. Эта установка также требует постоянного контроля за выполнением требований безопасности, так как напряжение, применяемое для работы составляет 220 В. Электрические провода, подводимые от одного источника тока ко всем машинам, прокладывались по стенам и по полу, что вызывает неудобство при выполнении работ в хранилищах техники.

Последующие устройства, разрабатываемые для компенсации саморазряда стартерной аккумуляторной батареи, совершенствовались, имели индивидуальную настройку для компенсации саморазряда каждой аккумуляторной батареи, но были также энергозависимы от промышленной электрической сети с напряжением 220 В, имели один источник тока, электрические провода от которого также разветвлялись по всему хранилищу машин.



**Рис. 1.** Принципиальная схема сети подзаряда АБ при хранении их в машинах:  
1 – подзарядный агрегат; 2 – переносной вольтметр; 3 – главная линия;  
4 – боковая отводка; 5 – переходной щиток; 6 – соединительный кабель

Фотоэлементы все больше и больше занимают место среди источников возобновляемой энергии. В настоящее время их КПД вырос до 44 % и площадь фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) размером 200×300 позволяет вырабатывать электрическую энергию в количестве, необходимом для поддержания в работоспособном состоянии практически любую АБ, устанавливаемую на машину. Однако ФЭП нельзя непосредственно подключать к АБ, так как токи подзаряда будут зависеть от уровня освещенности, что исключает точную компенсацию саморазряда. Для этого была разработана схема электронного устройства, которая в автоматическом режиме управляла токами подзарядки.

В электронном устройстве компенсации саморазряда аккумуляторной батареи (рис. 2) используется фотоэлемент в качестве независимого источника питания, напряжение, в цепи устройства которого будет абсолютно безопасно для человека и включать в себя автоматическое управление токами подзарядки.

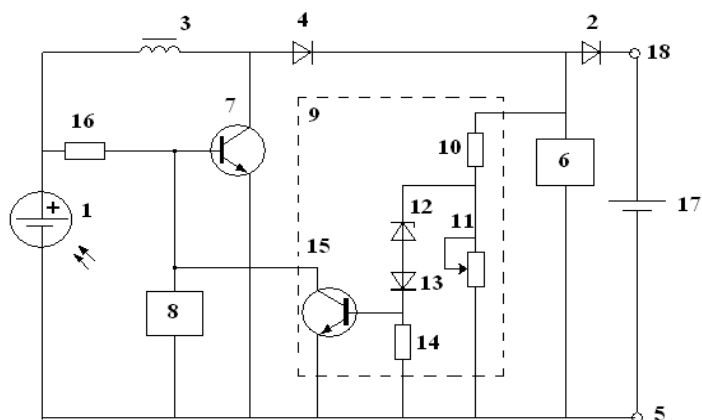


Рис. 2. Схема электронного устройства для компенсации саморазряда

Отличительной чертой данного электронного устройства является то, что в его схему для компенсации саморазряда аккумуляторной батареи, содержащую фотоэлемент и диод защиты, дополнительно введены последовательно соединенные дроссель и диод, накопительный элемент, коммутирующий транзистор, задающий генератор импульсов и пороговое устройство.

Введение указанных элементов в схему устройства расширяет его применение, так как возможно использование фотоэлемента с любой величиной выходного напряжения. Одно устройство сможет подзарядать 12-ти и 24-х вольтовые аккумуляторные батареи.

На рис. 1 представлена схема устройства для компенсации саморазряда аккумуляторной батареи.

Электронное устройство содержит в себе фотоэлемент 1 – источник тока, диод 2 защиты от инверсного включения аккумуляторной батареи. Между плюсовым выводом фотоэлемента 1 и анодом диода 2 защиты включены по-

следовательно соединенные дроссель 3 и диод 4, а между анодом диода 2 и минусовой шиной 5 устройства включен накопительный элемент 6.

Между средней точкой соединения дросселя 3 и диода 4 и минусовой шиной 5 включен коммутирующий транзистор 7, к базе которого подключены выходы задающего генератора 8 и порогового устройства 9. На входе порогового устройства 9 включен регулирующий делитель напряжения, соединенный параллельно накопительному элементу 6. В пороговом устройстве между средней точкой соединения резистора 10 и потенциометра 11 и минусовой шиной 5 включены последовательно соединенные стабилитрон 12, диод 13 и резистор 14, подключенный параллельно переходу база – эмиттер транзистора 15.

Выход порогового устройства 9 через коллектор транзистора 15 подключен к базе коммутирующего транзистора 7.

Резистор 16 задает смещение на базе коммутирующего транзистора 7. Аккумуляторная батарея подключается к устройству между плюсовой клеммой 18 и минусовой шиной 5.

Работу данного электронного устройства можно описать следующим образом. Фотоэлемент 1 вырабатывает напряжение, которое при открытом состоянии коммутирующего транзистора 7, вызывает ток через дроссель 3. Коммутирующий транзистор 7 периодически открывается и закрывается под действием управляющих импульсов задающего генератора 8. В момент закрытия коммутирующего транзистора 7 на дросселе 3 наводится ЭДС, по величине значительно большая напряжения фотоэлемента 1.

Под действием ЭДС дросселя 3 заряжается накопительный элемент 6 через диод 4. Диод 4 исключает разряд накопительного элемента 6 через фотоэлемент 1.

Накопительным элементом в данном случае применяются конденсаторы большой ёмкости или ионисторы. Величина напряжения заряда накопительного элемента регулируется потенциометром 11 порогового устройства 9. С достижением на накопительном элементе 6 напряжения требуемой величины стабилитрон 12 пробивается, транзистор 15 открывается, а коммутирующий транзистор 7 закрывается и заряд накопительного элемента 6 прекращается.

Диод 2 служит защитой схемы электронного устройства от инверсного включения аккумуляторной батареи.

При понижении температуры для увеличения напряжения, подаваемого на накопительный элемент, с целью улучшения подзаряда аккумуляторной батареи применяется диод 13, имеющий температурный коэффициент.

При подсоединении на подзарядку аккумуляторную батарею с помощью потенциометра 11 устанавливается уровень напряжения на накопительном элементе 6, равный ЭДС заряженной батареи. Соответствующий уровень напряжения определяют по нулевым показателям миллиамперметра, который при этом включается последовательно с батареей к выходу устройства.

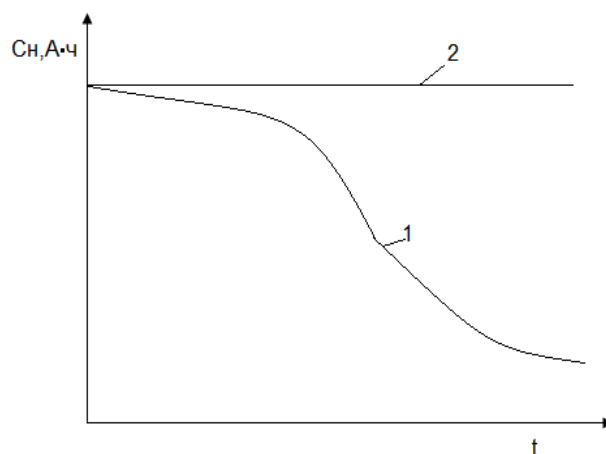
В процессе саморазряда аккумуляторной батареи величина ЭДС снижается и она начинает заряжаться от накопительного элемента 6, напряжение на нём тоже снижается, что приводит к закрытию стабилитрона 12 и транзистора 15.

После этого начинает работать задающий генератор 8 и переключаться коммутирующий транзистор 7, а на дросселе 3 наводится ЭДС, что приводит к заряду накопительного элемента 6 до установленного уровня [2].

В результате изучения устройств по компенсации саморазряда аккумуляторных батарей, их недостатки стало возможным устранить и добиться большей эффективности путём введения в схему устройства дополнительных элементов.

Само электронное устройство располагалось рядом с АБ, а ФЭП на крыше хранилища и подключалось к батарее 6СТ60 автомобиля УАЗ-3962. В течение двух месяцев еженедельно проверялось состояние АБ по её показаниям ЭДС, которые ниже 12,4 В не опускались. В качестве источника тока применялся ФЭП (таблица 1) из поликристаллического кремния, который меньше всего зависит от точного позиционирования к солнечным лучам и лучше преобразует световую энергию в электрическую при пасмурной погоде.

При установке ФЭП на крыше хранилища он ориентировался азимутально в южном направлении при помощи компаса, а зенитально при помощи наклонной панели, водяного уровня и транспортира по отношению к вертикали на  $40^{\circ}$  при этом он постоянно находился в статичном состоянии. На рис. 3 представлены графики изменения ёмкости АБ при хранении с использованием компенсации саморазряда АБ и без использования компенсации саморазряда.



**Рис. 3.** Графики изменения ёмкости АБ при хранении с использованием электронного устройства компенсации саморазряда: 1 – без устройства компенсации саморазряда; 2 – с электронным устройством компенсации саморазряда

Наименование характеристики	Значение
Мощность, Вт	10
Номинальное напряжение, В	17,9

Результат работы:

1. На основании проведенных испытаний предлагаемое электронное устройство снижает трудозатраты по обслуживанию стартерных аккумуляторных батарей более чем в 2 раза.

2. Элементная база, используемая в предлагаемом электронном устройстве, позволяет его применить в местах, где отсутствует промышленная электрическая сеть.

3. Уменьшение количества электрических проводов в хранилищах техники облегчит проведение мероприятий, связанных с обслуживанием техники содержащейся на хранении.

#### Список использованных источников

1. Руководство по свинцовым аккумуляторным батареям / М. : Воениздат, 1983. – 183 с.

2. Заявка на Пат. 2011153943 А Российская Федерация, МПК H02J 7/00. (Экспертиза завершена) Устройство для компенсации саморазряда аккумуляторных батарей / В. Д. Рогачев, и др.; заявитель и патентообладатель Ряз. высш. возд.-дес. ком. училище; заяв. 20.07.2013; Бюл. № 20. – 5 с: ил.

#### References

1. Guide to lead-free batteries. Moscow, Voenizdat, 1983. 183 p.

2. Application for Pat. 2011153943 And the Russian Federation, IPC N 7/00. (Governance expert-completed) Device to compensate self-discharge rechargeable batteries. D. V. Rogachev, and others; applicant and patentee Ryz. the high. vzd.-des. com. College; stated. 20.07.2013; bul. No. 20. 5: ill.

УДК 621.327.532

## ПОСТАНОВКА ДЕМОНСТРАЦИИ «НАТРИЕВЫЙ РАЗРЯД НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ»

**В. К. Свешников, Т. А. Сенькина**

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

**Аннотация.** Рассматривается постановка и методика проведения демонстрации «Натриевый разряд низкого давления».

**Ключевые слова:** натриевые лампы, индикатор, разряд, электрод, расплав соли натрия.



## STATEMENT OF DEMONSTRATION "SODIUM LOW-PRESSURE DISCHARGE"

V. K. Sveshnikov, T. A. Senkina

*Abstract.* We consider the formulation and methods of the demonstration "Sodium discharge of low pressure".

*Keywords:* sodium lamps, LED, discharge electrode, molten salt solution.

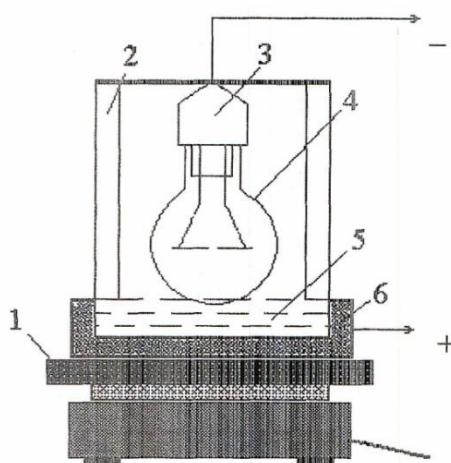
Качество преподавания физических основ газоразрядной техники, источников света в высших учебных заведениях во многом определяется сопровождением лекционных занятий демонстрационным экспериментом. Его отсутствие на занятиях затрудняет усвоение ряда физических процессов, связанных в частности с возбуждением натриевого разряда и особенностей его излучения.

Как известно [1] натриевые лампы низкого давления (НЛНД) являются самыми эффективными газоразрядными источниками света. Их теоретический предел световой отдачи НЛНД составляет 478 лм/Вт, т.е. 80% подведенной к плазменному столбу разряда электрической энергии может быть преобразовано в видимое излучение. Излучение НЛНД с длиной волны 589,0 – 589,6 нм близко к максимальной чувствительности глаза.

Монохроматический желтый свет способствует высокой видимости предметов. Он хорошо проникает сквозь пыль, туман и обладает малым слепящим действием. Поэтому за рубежом НЛНД широко используются для освещения автострад, аэропортов, судоверфей, туннелей, подземных пешеходных переходов, строительных площадок.

Приобретение для целей эксперимента зарубежных НЛНД ограничивается их высокой стоимостью, а также введенными санкциями иностранных государств в отношении России.

Нами предлагается модель натриевой лампы для демонстрации разряда на основе использования электродного сигнального индикатора.

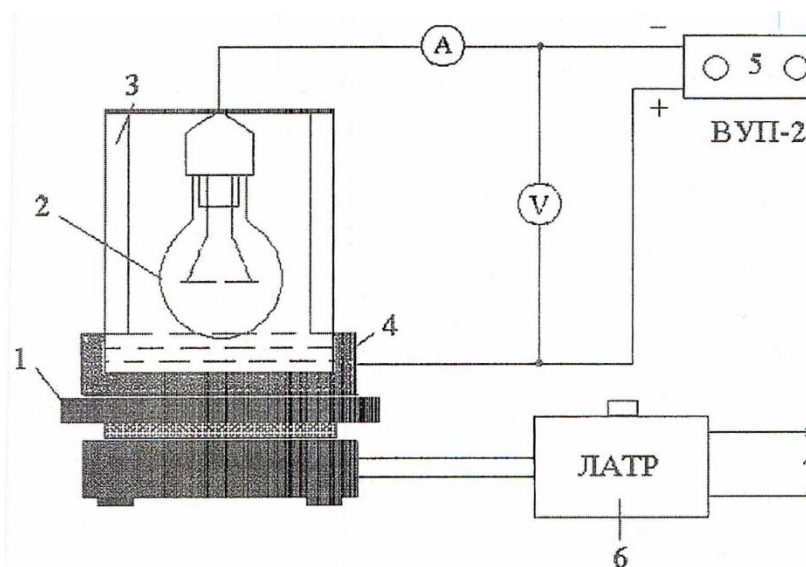


**Рис. 1.** Конструкция модели натриевой лампы:

1 – электроплитка закрытого типа, 2 – тепловой экран, 3 – патрон лампы, 4 – световой индикатор ТН-20, 5 – расплав соли натрия; 6 – ванночка

В установке использована индикаторная неоновая лампа типа ТН-20. Ванночка цилиндрической формы диаметром  $9 \cdot 10^{-2}$  м, высотой  $10^{-2}$  м и толщиной стенки  $2 \cdot 10^{-3}$  м изготовлена из стали марки Ст.3. Лампа располагается внутри цилиндрического экрана, изготовленного из кварцевого стекла диаметром  $6,5 \cdot 10^{-2}$  м, толщиной стекла  $4 \cdot 10^{-3}$  м. при проведении опыта ванночка наполняется солью азотно-кислого натрия, имеющей температуру плавления  $307^\circ\text{C}$ .

Принципиальная схема установки приведена на рисунке 2. Она аналогична схеме, приведенной в работе [2] и отличается отсутствием зарядного конденсатора С и тумблера для изменения полярности напряжения, прикладываемого к электродам.



**Рис. 2.** Схема установки: 1 – электроплитка, 2 – световой индикатор, 3 – тепловой экран, 4 – ванночка, 5 – ВУП, 6 – ЛАТР

Купол светового индикатора 2 касается расплава соли натрия. С помощью вольтметра и амперметра можно контролировать ток и напряжение на световом индикаторе.

Методика проведения демонстрации следующая:

1. С помощью лабораторного автотрансформатора плавно устанавливаем на нагревателе напряжение 220В.

2. После расплавления соли натрия в ванночке постепенно опускаем купол лампы ТН-20 до его соприкосновения с расплавом.

3. Плавно увеличиваем напряжение в цепи лампы до возникновения в ней разряда.

4. Наблюдаем яркое свечение, излучаемое натриевым разрядом, с длиной волны  $589,0$ ;  $589,6$  нм.

5. После проведения демонстрации установка обесточивается и плавно отводится купол лампы от расплава соли натрия.

Для проверки усвоения опыта студентам следует задать несколько вопросов во физическим процессам, протекающим в натриевом разряде.

По проведенной демонстрации следует сделать вывод: при приложении разности потенциалов между электродом лампы и ванночкой происходит электролитическая диффузия натрия сквозь купол лампы в ее объем. В результате возбуждения резонансных линий наблюдается интенсивное характерное излучение в желтой области спектра с дублетом 589,0; 589,6 нм.

#### Список использованных источников

1. Модификации и технические характеристики ламп PHILIPS MASTER SOX-E. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ecat.lighting.philips.ru/1/lamps/high-intensity-discharge-lamps>.
2. Свешников, В. К. Постановка демонстрации «Электролитический перенос и диффузия натрия в системе стекло-газовый разряд» / В. К. Свешников., Т. А. Сенькина // Учебный эксперимент в образовании. – 2015. – № 1. – С. 89–92.

#### References

1. Modifications and specifications bulbs PHILIPS MASTER SOX-E. URL <http://www.ecat.lighting.philips.ru/1/lamps/high-intensity-discharge-lamps/>
2. Sveshnikov V. K., Senkina T. A. Setting the demonstration " Electrolytic transfer and diffusion of sodium in the glass gas discharge. Uchebnyi experiment w obrazovanii, 2015, no 1, pp. 89–92 .

---



---

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

---

### ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

---

- Уровень влияния управления на промышленность  
как фактор достижения цели  
*И. П. Данилов, С. П. Бурланков, И. Е. Ильина, Д. И. Долгов* ..... 6
- Идеология конкурентоустойчивости промышленности и предприятия  
*Д. И. Долгов, Ю. А. Шичкина, Ю. В. Увина, А. В. Шмелев* ..... 15

---

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

---

- Особенности экспорта прикладных образовательных услуг в области  
изучения военной автомобильной техники  
*С. В. Демихов, В. Ф. Васильченков* ..... 25
- Подготовка учителей физики к работе с учащимися, имеющими  
задатки к научно-техническому творчеству  
*А. А. Давиденко* ..... 29
- Построение адаптивной тестирующей программы в системе  
управления обучением  
*Н. В. Вознесенская, Е. А. Сулягина* ..... 33
- Конвергенция методов математического моделирования и вычислительного  
эксперимента в обучение школьному курсу информатики  
*В. И. Сафонов* ..... 38
- Подготовка школьников к олимпиадам и соревнованиям  
по программированию в рамках современного образовательного процесса  
*М. А. Кокорева, Е. Г. Чадина* ..... 42
- Использование элементов математической логики для совершенствования  
профессиональных компетенций педагога-математика  
*Ю. С. Жаркова* ..... 47
- Симметричные преобразования в кристаллографических группах  
*Т. В. Кормилицына* ..... 50
- 
- ### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
- 
- Роль собственных электронных пучков в механизме ВЧ емкостного разряда  
*А. Д. Ермишин, М. С. Круглов, В. Л. Ковалевский, В. П. Савинов,  
В. Г. Якунин* ..... 55

Исследование теплоемкости полимерной композиций на основе фторопласта .....	
<i>А. В. Умаров, Махмуджон Хусанбой угли Курбонов, Хашиджон Кучкаров</i> .....	66
Метод изготовления сверхчувствительного прибора низкочастотных колебаний сверхмалой амплитудой	
<i>А. В. Умаров, Х. О. Кучкаров, А. А. Халмирзаев</i> .....	71
Электрический ток в полупроводниковой сверхрешетке	
<i>Ю. В. Погодина, Н. Н. Хвастунов</i> .....	77
Применение фотоэлемента для компенсации саморазряда аккумуляторных батарей	
<i>В. Д. Рогачев, С. В. Новиков</i> .....	83
Постановка демонстрации «Натриевый разряд низкого давления»	
<i>В. К. Свешников, Т. А. Сенькина</i> .....	88

---

**CONTENTS**


---

**HUMAN SCIENCES**
**LEVEL OF INFLUENCE OF INDUSTRY AS A FACTOR TO ACHIEVE GOALS**
*I. P. Danilov, S. P. Burlankov, I. E. Ilina, D. I. Dolgov* ..... 6

**IDEOLOGY CONCEPT INDUSTRY AND ENTERPRISE**
*D. I. Dolgov, Yu. A. Shichkina, Yu. V. Uvina, A. V. Shmelev* ..... 15
**SCIENCE**
**FEATURES OF EXPORT OF EDUCATIONAL SERVICES APPLIED IN THE STUDY OF MILITARY VEHICLES**
*S. V. Demikhov, V. F. Vasilchenkov* ..... 25

**PREPARING PHYSICS TEACHERS TO WORK WITH STUDENTS WHO HAVE THE MAKINGS TO SCIENTIFIC AND TECHNICAL CREATIVITY**
*Andrey Davidenko* ..... 29

**DEVELOPMENT OF ADAPTIVE TESTING PROGRAM IN THE SYSTEM OF EDUCATION MANAGEMENT**
*Voznesenskaya Natalya, Sutyagina Elena* ..... 33

**CONVERGENCE OF METHODS OF MATHEMATICAL MODELLING AND COMPUTING EXPERIMENT IN TRAINING IN THE SCHOOL COURSE OF INFORMATICS**
*V. I. Safonov* ..... 38

**TRAINING STUDENTS FOR THE OLYMPICS AND PROGRAMMING COMPETITIONS IN THE MODERN EDUCATIONAL PROCESS**
*M. A. Kokoreva, E. G. Chadina* ..... 42

**USE OF MATHEMATICAL LOGIC IMPROVING PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE TEACHER OF MATHEMATICS**
*Ju. S. Zharkova* ..... 47

**SYMMETRY TRANSFORMATION IN CRYSTALLOGRAPHIC GROUPS**
*T. V. Kormilitsyna* ..... 50
**ENGINEERING SCIENCE**
**ROLE OF SELF ELECTRON BEAMS IN RF CAPACITIVE DISCHARGE MECHANISM**
*A. D. Ermishin, M. S. Kruglov, V. L. Kovalevsky, V. P. Savinov, V. G. Yakunin* 55

HEAT CAPACITY OF THE POLYMER COMPOSITIONS BASED ON FLUOROPLASTIC <i>A. V. Umarov, H. O. Kuchkarov, M. X. Kurbonov</i> .....	66
THE METHOD OF MANUFACTURING A HIGHLY SENSITIVE INSTRUMENT OF SUBSMALL AMPLITUDE LOW-FREQUENCY VIBRATIONS <i>A. V. Umarov, H. O. Kuchkarov, A. A. Kholmiraev</i> .....	71
ELECTRIC CURRENT IN THE SEMICONDUCTOR SUPERLATTICE <i>Yu. V. Pogodina, N. N. Khvastunov</i> .....	77
THE APPLICATION OF THE PHOTOCCELL TO COMPENSATE FOR SELF-DISCHARGE BATTERIES <i>V. D. Rogachev, S. V. Novikov</i> .....	83
STATEMENT OF DEMONSTRATION "SODIUM LOW-PRESSURE DISCHARGE" <i>V. K. Sveshnikov, T. A. Senkina</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 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.

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

С правилами оформления и представления статей для опубликования можно ознакомиться на сайте института в сети Интернет [www.mordgpi.ru](http://www.mordgpi.ru), либо в редакции журнала.

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

Подписная цена на полугодие – 396 руб. 66 коп. Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций, ПИ № ФС77-43655 от 24 января 2011 г.

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

Тел.: (8342) 33-92-82; тел./факс: (8342) 33-92-67; эл. почта: [edu\\_exp@mail.ru](mailto:edu_exp@mail.ru).

УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ОБРАЗОВАНИИ  
Научно-методический журнал  
№3 (75)

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

Свободная цена

---

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

---

Редакция журнала «Учебный эксперимент в образовании»  
430007, г. Саранск, Республика Мордовия, ул. Студенческая, д. 11а, каб. 221.  
Отпечатано в редакционно-издательском центре  
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный педагогический  
институт им. М. Е. Евсевьева»  
430007, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Студенческая, 13

---