

Московский университет  
им. С.Ю. Витте

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ

*№ 1 (22)  
2018*

ISSN 2500-2112

Эл. № ФС77-68096



ISSN 2500-2112

Эл № ФС77-68096

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 1 (22)' 2018

Электронный научный журнал (Электронное периодическое издание)

**Главный редактор:**

*Парфёнова Мария Яковлевна*

**Заместитель главного редактора:**

*Флеров Олег Владиславович*

**Члены редакционной коллегии:**

**Бородин В.А.**, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, ЭЗНП РАН;

**Соколов И.А.**, акад. РАН, ФИЦ ИУ РАН;

**Бугаёв А.С.**, акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., ИРЭ РАН;

**Курейчик В.М.**, д-р техн. наук, проф., ЮФУ;

**Колин К.К.**, д-р техн. наук, проф., ИПИ РАН;

**Зацаринный А.А.**, д-р техн. наук, проф., ИПИ РАН;

**Сергеев С.Ф.**, д-р психол. наук, проф. СПбГУ, проф. СПбГП;

**Нечаев В.В.**, канд. техн. наук, проф., МИРЭА;

**Сухомлин В.А.**, д-р техн. наук, МГУ;

**Яцкив И.В.**, д-р техн. наук, проф., Институт транспорта и связи, г. Рига, Латвийская Республика;

**Христозова Г.**, д-р пед. наук, проф., Бургасский свободный университет, г. Бургас, Республика Болгария;

**Балтов М.**, д-р, PhD, проф., Бургасский свободный университет, г. Бургас, Республика Болгария;

**Йоксимович А.**, PhD, Институт биологии моря, г. Котор, Черногория.

**Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за издательством.**

**Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.**

*Системные требования: PC не ниже класса Pentium III; 256 Mb RAM; свободное место на HDD 32 Mb; Windows 98/XP/7/10; Adobe Acrobat Reader; дисковод CD-ROM 2X и выше; мышь.*

© ЧОУВО «МУ им. С.Ю.Витте», 2018

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВОСПИТАНИЯ И ОБУЧЕНИЯ  
В ВОЕННЫХ ВУЗАХ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.....7

*Алёхин Игорь Алексеевич, Тренин Игорь Валерьевич*

НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ В ЭЛЕКТРОННО-СЕТЕВОМ  
ПРОСТРАНСТВЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... 11

*Пробин Павел Сергеевич*

### МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ПАРАДИГМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ  
НА УРОВНЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНГВОДИДАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ..... 16

*Головяшкіна Марина Александровна*

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАНЯТИЙ АТЛЕТИЧЕСКОЙ ГИМНАСТИКОЙ  
КАК КОНТРАБЛАНС ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВЫМ ПЕРЕГРУЗКАМ .....23

*Пустовойтов Юрий Леонидович*

РОЛЬ УЧИТЕЛЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ .....27

*Николаева Алла Алексеевна, Савченко Ирина Алексеевна, Зиновьева Наталья Александровна*

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ  
СРЕДЫ «PSYCHOMETRIC EXPERT» В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ  
РАБОЧЕМ МЕСТЕ МЕДИЦИНСКОГО ПСИХОЛОГА  
(НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВРАЧЕБНО-ЛЁТНОЙ ЭКСПЕРТНОЙ  
КОМИССИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ БОЛЬНИЦЫ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ) .....33

*Славинская Юлия Валентиновна*

ТЕХНОЛОГИИ КОММУНИКАЦИЙ РУБЕЖА XIX–XX ВЕКОВ  
И СОВРЕМЕННАЯ ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА:  
ИСТОРИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ.....39

*Забелин Павел Викторович*

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ  
ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗНОРОДНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ .....44

*Галаев Сергей Алексеевич*

МЕТОДИКА СИНТЕЗА УЛЬТРАОПЕРАТОРА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ  
ОБЪЕКТОВ В НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ.....49

*Галаев Сергей Алексеевич*

---

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	56
<i>Чуб Елена Григорьевна</i>	

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ СО СЧЁТНЫМ ЧИСЛОМ СОСТОЯНИЙ .....	65
<i>Шамраева Виктория Викторовна</i>	

### **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЗЭН – БУДДИЗМА: ИСТОКИ, ШКОЛЫ И НАПРАВЛЕНИЯ .....	70
<i>Александрова Оксана Александровна</i>	

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ ЛИНЕЙНОГО И КВАДРАТИЧНОГО РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ В ТЕОРИИ ДИФFUЗНОГО РАССЕЙЯНИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ТВЕРДЫМИ РАСТВОРАМИ .....	74
<i>Крисько Олег Валентинович, Скоробогатова Татьяна Васильевна, Силонов Валентин Михайлович</i>	

---

## CONTENTS

### EDUCATIONAL ENVIRONMENT

TOPICAL TRENDS OF EDUCATION AND TUITION IN MILITARY UNIVERSITIES BASED  
ON INFORMATION RESOURCES .....7  
*Alechin I.A., Trenin I.V.*

CONTINUING EDUCATION IN DISTANT-LEARNING ELECTRONIC MEDIUM..... 11  
*Probin P.S.*

### METHODS AND TECHNOLOGIES OF TEACHING

IMPLEMENTING INTERACTIVE PARADIGM OF TEACHING A FOREIGN LANGUAGE  
AT THE LEVEL OF SEPARATE LINGUODIDACTIC ELEMENTS.....16  
*Golovyashkina M.A.*

ATHLETIC GYMNASTICS TECHNOLOGY AS A COUNTERBALANCE TO DIGITAL OVERLOAD .....23  
*Pustovoitov Yu.L.*

TEACHER'S ROLE IN INFORMATIONAL SAFETY OF PRESENT-DAY PUPILS .....27  
*Nikolaeva A.A., Savchenko I.A., Zinovieva N.A.*

### INFORMATION TECHNOLOGY

USING MULTIFUNCTIONAL COMPUTER ENVIRONMENT "PSYCHOMETRIC EXPERT"  
IN MEDICAL PSYCHOLOGIST'S AUTOMATIZED WORKSTATION  
(CENTRAL MEDICAL BOARD OF CIVIL AVIATION CENTRAL CLINICAL HOSPITAL).....33  
*Slavinskaya Yu.V.*

COMMUNICATION TECHNOLOGIES OF THE TURN OF XIX - XX CENTURIES  
AND THE MODERN DIGITAL ECONOMY: HISTORICAL ANALOGIES .....39  
*Zabelin P.V.*

### MATHEMATICAL CYBERNETICS

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO STATE ESTIMATION  
OF COMPLEX OBJECTS UNDER THE CONDITIONS OF HETEROGENEITY  
OF MEASUREMENT INFORMATION .....44  
*Galaev S.A.*

THE TECHNIQUE OF SYNTHESIS OF ULTRAPURITY ANALYSIS  
OF COMPLEX OBJECTS IN ABNORMAL SITUATIONS.....49  
*Galaev S.A.*

SOLVING THE PROBLEM OF CHECKING THE PARAMETERS  
OF THE RAILWAY ON THE BASIS OF USE INERTIAL TECHNOLOGIES .....56  
*Chub E.G.*

MODELING FINANCIAL MARKETS WITH A COUNTABLE NUMBER STATES .....65  
*Shamraeva V.V.*

---

## METHODOLOGICAL RESEARCHES

SOCIO-CULTURAL CONDITIONS THE FORMATION ZEN BUDDHISM: THE ORIGINS, SCHOOL OF THOUGHTS AND CURRENTS.....	70
<i>Aleksandrova O.A.</i>	
MODELING OF LINEAR AND SQUARE STRUCTURE FACTORS OF SIZE EFFECTS IN THE THEORY OF THE DIFFUSE X-RAY SCATTERING BY POLYCRYSTALLINE SOLID SOLUTIONS .....	74
<i>Krisko O.V., Skorobogatova T.V., Silonov V.M.</i>	

УДК 378.16

## АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВОСПИТАНИЯ И ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННЫХ ВУЗАХ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

**Алехин Игорь Алексеевич,**

*д-р пед. наук, профессор, член-корреспондент РАО,*

*зав. кафедрой педагогики,*

*e-mail: alehin-igor60@mail.ru,*

*ФГКВОУ ВО «Военный университет» МО РФ,*

**Тренин Игорь Валерьевич,**

*канд. пед. наук, преподаватель,*

*e-mail: cead@mail.ru,*

*ФГКВОУ ВО «Военный университет» МО РФ*

*В работе рассматривается подход к совершенствованию образовательного процесса с задействованием информационных ресурсов и информационно-образовательной среды. В целях повышения эффективности обучения анализируются актуальные тенденции в военном образовании. Затрагиваются вопросы использования систем видео-конференц-связи в целях обучения и воспитания военнослужащих военных вузов. Рассматривается взаимообусловленное влияние обучения и воспитания на качественное формирование личности курсантов-выпускников. В статье авторы выделили последние тенденции и изменения, произошедшие в программах обучения, в которых есть возможность эффективно применять информационные ресурсы.*

**Ключевые слова:** обучение, информационные ресурсы, дидактические ресурсы, система электронного обучения, электронное обучение, военный вуз, курсанты, интеграция ресурсов, современная обучающая среда, информационно-образовательная среда

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-7-10

Актуальность использования современных информационных ресурсов в воспитании и обучении военнослужащих, формировании у них высоких морально-боевых качеств обусловлена не только их высокой педагогической ценностью с точки зрения наличия воспитательного и образовательного потенциала [1], но и возможностью повысить роль наглядности для субъектов в воспитательных мероприятиях, изменять структуру коммуникативных процессов для обучающихся внутри подразделений. Одной из задач, требующих решения на основе информационных ресурсов, является развитие интеллектуальной самостоятельности и способности обучающихся отбирать информацию и знания, необходимые для решения будущих служебных проблем и достижения намечаемых целей. Актуальность исследования проблем создания, внедрения и использования информационных ресурсов в целях воспитания и обучения не вызывает сомнений. Так, в ноябре 2017 г. министр образования и науки РФ О.Ю. Васильева на пресс-конференции «Российской газете» уделила этому вопросу важное значение. По её словам, к 2020 году в рамках реализации приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» будут рассматриваться вопросы создания, применения и оценки качества онлайн-курсов, расширение возможностей непрерывного образования для всех категорий граждан за счет развития российского цифрового образовательного пространства [4]. В связи с общностью и неразрывностью образования, вопросы О.Ю. Васильевой имеют значимость и для военных вузов.

В военных вузах регулярно проводятся учебно-методические сборы с представителями центральных органов военного управления, военно-учебных заведений и председателями государственных экзаменационных комиссий. Для их организации задействуются информационные ресурсы в виде видео-конференц-связи, позволяющей объединять сотни специалистов военного образования по всей России. Связь с сетью военно-учебных заведений осуществляется через абонентские пункты, которые разворачивают помимо самих военных вузов и в военных округах, на Северном флоте и в центральных органах военного управления.

Можно выделить последние тенденции и изменения, произошедшие в программах обучения, в которых есть возможность эффективно применять информационные ресурсы:

- в образовательном процессе нашли отражение самые современные достижения военной науки и техники, передовой опыт войск, полученный в ходе учений и тренировок, особенности боевого применения и обеспечения боевых действий при проведении специальных операций, в том числе в Сирийской Арабской Республике;

- изменился порядок организации войсковых стажировок и практики: они планируются во взаимосвязи с мероприятиями боевой подготовки войск; командно-штабные учения и военно-специальные игры для слушателей военных академий – с учётом направленности мероприятий оперативно-стратегической и оперативной подготовки войск;

- завершена корректировка имеющихся информационных ресурсов: разрабатываются новые электронные учебники и электронный контент учебно-методических материалов по каждой учебной дисциплине;

- продолжено внедрение в образовательный процесс практики дистанционных учебных занятий с использованием видео-конференц-связи как нового информационного ресурса.

Высокий конкурс при поступлении в военные вузы позволяет отбирать лучших, наиболее мотивированных молодых юношей и девушек с высокой общеобразовательной подготовкой. Возможность прохождения обучения с использованием современных информационных и образовательных ресурсов может служить для них дополнительным стимулом к поступлению именно в военный вуз. Поэтому следует более внимательно относиться к возможностям информационных ресурсов и представлять их потенциал для будущих абитуриентов на Днях открытых дверей военных вузов. Следует рассмотреть возможность выдачи временных ключей доступа в электронную библиотеку Министерства обороны Российской Федерации для будущих абитуриентов в целях демонстрации ее возможностей, а также для оказания помощи в подготовке к вступительным испытаниям.

Оценка уровня сформированности профессиональных компетенций выпускников, их готовности к действиям по должностному предназначению возможна также на основе результатов их электронного портфолио, доступного через такой информационный ресурс как личный кабинет обучающегося в информационно-образовательной среде военного вуза. С её помощью можно получать дополнительные образовательные характеристики для объективной интегральной оценки системы подготовки кадров в конкретном военном вузе [6]. Информационные ресурсы дают возможность проверить уровень подготовки выпускников, обучавшихся по программам высшего образования – адъюнктуры, магистратуры и специалитета, а также по программам ординатуры и среднего профессионального образования [5].

В качестве эксперимента в нескольких училищах приступили к обучению по четырёхлетней программе подготовки, планируется «досрочный» выпуск курсантов из вузов Сухопутных войск и Воздушно-космических сил, которые обучались по специальным программам. Курсанты обучались в более интенсивном режиме, но с учётом охвата всей разработанной пятилетней программы. Интенсивность как напряжённость учебного процесса характеризуется мерой отдачи каждого используемого ресурса, в том числе и информационного [2, 3]. Следовательно, интеграция в образовательном процессе информационных и дидактических ресурсов необходима для более качественной подготовки военных специалистов. Не следует забывать и об оценке военно-профессиональных компетенций будущих офицеров видов и родов войск Вооружённых Сил Российской Федерации. Помочь в этом способны правильно выстроенные тесты и сформулированные должным образом контрольные вопросы на основе задействованных информационных ресурсов. В военном образовании последняя намеченная тенденция заключается в особом внимании к качеству теоретической и практической подготовки курсантов завершающего курса, знанию оперативно-тактических дисциплин, а также изучению опыта боевого применения войск и сил при выполнении задач за пределами Российской Федерации. Также уделяется большое внимание процессу формирования у выпускников умений в организации и проведении занятий по всем видам боевой подготовки с различными категориями военнослужащих. Последние требования руководства Минобороны России предписывают создание для каждого курсанта условий, позволяющих проверить его практические действия при проведении занятий по общевоенным дисциплинам, общевоинским уставам, огневой и строевой подготовке. Именно теоретический блок вышеназванных

дисциплин возможно и нужно максимально эффективно интегрировать в образовательном процессе через информационные ресурсы.

Вопросы тактики применения робототехнических комплексов военного назначения, которые включаются в тематику выпускных квалификационных работ курсантов, зачастую имеют унифицированный характер с некоторой специфичностью программы подготовки. Совместная межвузовская работа по их использованию может быть налажена с помощью общих информационных ресурсов на базе электронной библиотеки Минобороны России.

Лингвистическая подготовка слушателей и курсантов военных вузов реализуется в основном на базе Военного университета, Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища и Тихоокеанского высшего военно-морского училища. Целесообразно объединение информационно-образовательных сред вышеназванных вузов в целях совершенствования лингвистической подготовки [8].

Программы среднего профессионального образования, реализуемые в Рязанском высшем воздушно-десантном командном училище (военный институт) имени генерала армии В.Ф. Маргелова имеют свою отличительную специфику подготовки, поэтому информационные ресурсы других вузов Минобороны России необходимо адаптировать к данному виду деятельности. Но содержание программ подготовки с задействованными информационными ресурсами в любом случае должно соответствовать федеральным государственным образовательным стандартам и квалификационным требованиям к военно-профессиональной подготовке выпускников.

Проанализировав литературные источники, авторы констатируют отсутствие исследований по вопросам воспитания с использованием потенциала информационно-образовательной среды в образовательном процессе. В научной литературе уделяется большое внимание таким военно-педагогическим категориям, как убеждение [7], являющееся базовым методом воспитания, но не затрагиваются вопросы влияния информационных ресурсов сети Интернет на мировоззрение курсантов военных вузов.

Таким образом, исходя из актуальных тенденций воспитания и обучения, переход от использования электронных учебников к информационно-образовательной среде является естественным процессом на следующем технологическом этапе в развитии образовательного процесса военных вузов. Другого технологического пути, по которому уже идут ведущие российские и зарубежные вузы на данный момент не существует.

### Список литературы

1. *Алехин И.А., Низиков М.А.* Духовность и нравственность русского офицера: история и современность // Мир образования – образование в мире. – 2013. – № 4. – С. 16–24.
2. *Деникин А.В., Сливин Т.С.* Цивилизационно-культурные основания образования // Мир образования – образование в мире. – 2012. – № 2. – С. 7–10.
3. *Тенилов С.В., Малоземов А.В.* Психолого-педагогическое содержание интенсивной подготовки военнослужащих // Мир образования – образование в мире. – 2015. – № 4. – С. 212–217.
4. Минобрнауки запустит единый портал онлайн-курсов [Электронный ресурс]: Рекомендации ЮНЕСКО // Сайт Педсовет – персональный помощник педагога. – Режим доступа: <https://pedsovet.org/beta/article/minobrnauki-zapustit-edinyj-portal-onlajn-kursov>.
5. *Тенилов П.С.* Развитие научных взглядов на роль принципа доступности в современном обучении // Мир образования – образование в мире. – 2015. – № 4. – С. 272–278.
6. *Солодова Е.А., Фасоля А.А., Ефимов П.П.* Об актуальности создания ситуационных центров управления качеством образования в военных вузах // Военная мысль. – 2015. – № 10. – С. 67–72.
7. *Федак Е.И., Кармаев А.Ю.* Теоретическое обоснование сущности военно-педагогической категории убеждение // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук: сборник научных трудов. – Пермь: ПВИ ВНИГ РФ, 2017. – С. 250–254.
8. *Флеров О.В.* Лингвистическая подготовка как составляющая часть образовательного процесса современной высшей школы // Перспективы науки. – 2015. – № 1 (64). – С. 39–42.

TOPICAL TRENDS OF EDUCATION AND TUITION IN MILITARY UNIVERSITIES BASED ON  
INFORMATION RESOURCES

**Alechin I.A.,**

*PhD in Pedagogy, Professor,  
Member-correspondent of Russian Education Academy,  
e-mail: alehin-igor60@mail.ru,  
Head of Pedagogy Department  
of The Military University of the Ministry of Defense of the Russian Federation,*

**Trenin I.V.,**

*PhD in Pedagogy,  
e-mail: cead@mail.ru,  
Lecturer of Pedagogy Department  
of The Military University of the Ministry of Defense of the Russian Federation*

*The article considers improving educational process with the use of information resources and educational environment. For this purpose it analyzes current trends in military education. It touches upon using videoconferencing systems in military higher education institutions. The article considers the interdependent influence of education and tuition on forming cadets' personality. The authors identify the latest trends and changes in educational programs that give an opportunity to effectively use information resources.*

**Keywords:** tuition, information resources, didactic resources, e-learning system, e-learning, military university, cadets, resource integration, present-day learning environment, info-educational environment

УДК 378.046.4

## НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ В ЭЛЕКТРОННО-СЕТЕВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Пробин Павел Сергеевич,**  
канд. экон. наук, доцент,  
доцент кафедры экономики и права,  
e-mail: [probinpavel@mail.ru](mailto:probinpavel@mail.ru),

*Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма*

*В работе рассмотрены проблемы реализации и последующей оценки эффективности программ дополнительного профессионального образования на дистанционной основе. При этом особое внимание уделяется вопросам совершенствования материально-технической базы, а также инструментам проведения текущего и итогового контроля знаний слушателей курсов в целях развития у обучающихся соответствующих профессиональных навыков и умений, обеспечивающих полноценную интеграцию в профессиональной сфере, а также развития личности обучающегося в непрерывном образовательном пространстве.*

**Ключевые слова:** дополнительное профессиональное образование, оценка эффективности, духовно-личностные и социально-экономические факторы, инклюзивное образование

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-11-15

Идея важности и ценности получения новых знаний на протяжении всего жизненного пути для развития человека отнюдь не является новой и высказывалась мыслителями с самых древних времён, в том числе и одним из основателей педагогики как науки Я. А. Коменским. Им было выдвинуто общее положение о том, что все люди равноправно должны иметь возможность обучаться и развиваться на протяжении всей жизни. Однако именно в XVIII–XIX вв., когда стали нарастать темпы появления новых знаний и изменения с их помощью способов деятельности человека (в первую очередь производства) идеи непрерывного обучения стали обретать прикладной характер.

Известный философ и педагог Дж. Дьюи в своём фундаментальном труде «Демократия и образование: введение в философию образования» выдвинул тезис о том, что образование не должно прекращаться с окончанием школы, в то время как назначение образовательной организации состоит в обеспечении продолжения образования посредством организации сил, гарантирующих развитие. Соответственно ценность школьного образования следует определять тем, в какой мере оно формирует стремление к непрерывному росту на протяжении жизни. По мнению исследователя, образование является одной из наиболее важных основ для полноценной жизни человека в социуме, при этом она может закладываться не только и не обязательно в детские или юношеские годы, но и в любой период человеческой жизни [1].

Можно сказать, что идеи этих мыслителей несколько опередили своё время, послужив в определённом смысле предсказанием социального развития во второй половине XX–начале XXI веков. В условиях научно-технического прогресса, политических и социально-экономических изменений теория образования на протяжении всей жизни (lifelong learning) получила широкое распространение в странах Запада, а с переходом на рыночную экономику стала приобретать всё большую актуальность и в нашей стране.

Уже в середине XX века непрерывное образование часто сводилось к формам обучения на производстве. Появились термины «продолженное образование» и «возобновляющееся образование», которые фактически обозначали разные формы повышения квалификации и общеобразовательного уровня взрослого населения. Таким образом, занятым на производстве людям предоставлялась возможность либо продолжить свое образование, либо возобновить его, чередуя периоды работы и обучения [2].

В XXI с развитием электронно-сетевых технологий идеи и формы реализации непрерывного образования, прошедшие достаточно богатый генезис вступили в качественно новый этап развития. Речь

идёт об электронной форме реализации программ, обеспечивающих непрерывное образование личности, на основе дистанционных компьютерных платформ.

В данной статье рассматриваются основные проблемы существования непрерывного образования в электронно-дистанционном формате на примере дополнительного профессионального образования (ДПО). Приводится обоснование вывода о том, что развитие технологий реализации образования не обязательно гарантирует эффективную реализацию его обучающей и развивающей функций.

В XXI веке особенно хорошо чувствуется диалектика образования как явления, которое должно сочетать в себе духовно-личностные и социально-экономические аспекты и факторы. За счёт первых происходит развитие личности на всей траектории её жизненного пути, а за счёт вторых – в основном эффективное функционирование личности в современном социально-профессиональном пространстве. Взаимосвязь, взаимовлияние и взаимодополнение данных аспектов делает невозможной, по мнению автора, постановку вопроса о том, какие из них более важны, на какие следует обращать особое внимание и какие должны быть основным фактором развития системы непрерывного образования. Именно в комплексе они, балансируя друг друга, могут сделать образование не только эффективной системой, но и пространством для развития человека как личности и реализации его интеллектуальных, духовных, волевых и других возможностей.

Сегодня получается так, что данный баланс нарушается в пользу социально-экономических факторов развития образования. На примере ДПО, контингент которого, в основном, взрослые экономически активные люди, это прослеживается особенно хорошо.

В условиях волатильности современного рынка труда выпускники колледжей и вузов, а также дипломированные соискатели свободных вакансий с опытом работы вынуждены постоянно совершенствовать свои профессиональные умения и навыки. При этом стандартные программы повышения квалификации объёмом в 36 или 72 часа часто оказываются недостаточными для того, чтобы в полной мере соответствовать всем требованиям работодателя и профессиональным стандартам. Особо остро данная проблема обозначается для лиц с высшим образованием, которые в течение длительного периода времени не могут найти работу по специальности и вынуждены осваивать программы по профессиональной переподготовке (более 500 часов).

Как показывает практика, значительное количество слушателей данных программ ДПО уже в процессе своего обучения либо трудоустроены (но в дальнейшем планируют менять сферу профессиональной деятельности), либо находятся в активном поиске работы. Данные обстоятельства делают практически невозможным освоение соответствующих курсов в аудиторной (очной) форме. Именно по этой причине дистанционные образовательные технологии в данной образовательной системе становятся особенно востребованными.

С одной стороны, данный подход можно считать весьма оправданным и эффективным, особенно в условиях современной модели капиталистической экономики. Однако стоит всё же отметить, что перечень проблем, существующих в данной области, носит комплексный и многоплановый характер. Частично данные вопросы лежат в плоскости формата реализации подобных образовательных программ, отчасти – в существующем спектре инструментов оценки полученных в процессе обучения знаний. Кроме того, важное значение имеет и субъективный, личностно-развивающий компонент. Рассмотрим данные вопросы более подробно.

Проблемам развития электронного обучения посвящены работы Корниенко С.А., Колганова Е.А., Никуличевой Н.В., Паниной Т.С., Вавиловой Л.Н. и др. [3, 4, 6, 7]. Когда речь идёт об истинном понимании сущности дистанционного обучения, на практике можно столкнуться с многополярностью точек зрения учёных и специалистов-практиков. В этом случае мы возьмём за основу представляющееся чётким и однозначным определение, которое приводит Корниенко С.А. в своей статье «Электронное обучение как средство реализации образовательной программы», опубликованной в сборнике V Международной научной конференции «Педагогика: традиции и инновации»: «Под дистанционным обучением стали понимать такой процесс обучения, при котором используются технологии, не предполагающие непосредственного присутствия преподавателя – в первую очередь, информационно-коммуникационные технологии» [3].

Говоря о значении дистанционного образования в отечественной образовательной системе, стоит упомянуть диссертацию Колганова Е.А. «Дистанционное образование в системе высшего професси-

онального образования региона», в которой даётся следующее определение: «Дистанционное обучение – это универсальная гуманистическая форма обучения, базирующаяся на использовании широкого спектра традиционных, новых информационных и телекоммуникационных технологий и технических средств, которые создают условия для обучаемого свободного выбора образовательных дисциплин, соответствующих стандартам, диалогового обмена с преподавателем, при этом процесс обучения не зависит от расположения обучаемого в пространстве и во времени. Дистанционное образование способно удовлетворить потребности в образовании, наращивать человеческий капитал представителей всех социальных групп и слоев» [4].

В то же время определяющее значение в исследуемой области имеют не только технологии передачи информации и обмена данными, но и сам контент: форма его подачи, структурированность, и, безусловно, качество разработки.

В данном случае необходимо обратить внимание на работу Флёрова О.В. «Виртуальные средства обучения английскому языку», в которой автор справедливо отмечает: «Никого не удивить в наши дни и мультимедийными технологиями в обучении, а также аутентичными материалами на английском языке, которые с распространением Интернета становятся всё более доступными... До сих пор, когда говорится о технических средствах обучения, упор делается на ставшую уже привычной саму аппаратуру, в то время как сегодня намного важнее содержание и форма информации, передаваемой при помощи неё, иными словами – контент» [5].

Действительно, в данном случае обозначается весьма сложная проблема. В процессе аудиторной работы (очная форма обучения) ключевыми составляющими эффективного образовательного процесса является качество предоставляемого учащимся материала («что передать»), с одной стороны, и личность педагога, его профессионализм («как передать») – с другой стороны. Технические средства лишь поддерживают процесс передачи знаний, делая его более интересным и доступным для понимания.

С учётом того, что целевой аудиторией дополнительного профессионального образования являются взрослые экономически активные люди (многие из которых сами работают в сфере образования), привыкшие критически оценивать качество получаемых услуг, в системе ДПО данная проблема стоит особенно остро.

На сегодняшний день в большинстве случаев слушателям программ ДПО на дистанционной основе предоставляется определённый контент (набор файлов и презентаций), а также возможность выхода на связь с педагогом (куратором или тьютором). По завершении обучения слушатель обязан подготовить аттестационную работу, по результатам защиты которой ему выдаётся диплом. Неполноценная реализация личностного компонента при данном подходе видится в первую очередь в том, что фактически дистанционная форма ДПО формализуется в простейшем алгоритме, при котором достаточно написать работу близкую по содержательной ценности к обычному реферату на основе полученных файлов, материал из которых может быть скопирован.

Так система ДПО реализует и оправдывает свою экономическую эффективность, поскольку предоставляет востребованную услугу в удобном пространственно-временном формате, но не полностью оправдывает свою основную педагогическую миссию, а именно подготовку высококвалифицированных кадров и реализацию идей непрерывного образования и развития личности.

Если же речь идёт о программах, прямо или косвенно связанных с педагогикой, психологией, медициной, косметологией, сервисной деятельностью и другими сферами, где специалист непосредственно взаимодействует с людьми и тем более несёт ответственность за развитие человеческой личности – то формализация подготовки кадров и вовсе может принести вред социуму. В этой связи возникает объективная необходимость в повышении эффективности средств промежуточного и текущего контроля знаний, умений и навыков (ЗУН) и компетенций обучающихся по программам ДПО, реализуемым в дистанционной форме на протяжении всего срока обучения.

По мнению автора, данную проблему можно решить двумя способами. Первый и наиболее эффективный – проектирование авторских дистанционных платформ обучения, либо использование уже существующих разработок в этой области. В данном случае обучение не отнимет много времени, однако, появятся существенные гарантии того, что обучающийся полностью освоил курс и доказал на практике свои умения посредством выполненных на платформе индивидуальных заданий.

Другой путь заключается в непосредственном интегрировании оценочных средств непосредственно в контент. То есть, освоив материал по очередной теме (например, в форме презентации), обучающийся автоматически переходит на интернет-сайт образовательного учреждения и проходит небольшой тест, либо отвечает на контрольные вопросы. Чтобы процедура текущего контроля не была слишком сложна технически для слушателей (многие из которых являются людьми среднего возраста не в совершенстве владеющими новейшими сетевыми технологиями), её можно представить в виде аналога «капча» (подобие автоматизированного теста Тьюринга), где обучающийся выбирает из множества ответов верные, либо, наоборот, указывает на неверные варианты/суждения, связанные с пройденной темой. Если обучающийся ошибается, то система генерирует дополнительные варианты ответов, оценивая при этом время прохождения и количество сделанных ошибок.

Такая система приводит к значительно большей вдумчивости в освоении материала, что идёт в унисон с основным дидактическим принципом осознанности обучения. Это имеет и воспитательно-развивающее значение, поскольку заставляет слушателя более грамотно и ответственно распределять своё время в изучении материала, так как к предложенному виду контроля нельзя подготовиться одномоментно, в отличие от подготовки аттестационной работы, которая может быть подготовлена в самый последний день при отсутствии реального изучения и освоения материала даже на протяжении всего курса.

Важно отметить, что помимо совершенствования оценочного инструментария, стоит обращать внимание и на более глобальные задачи, а именно, преобразование самой парадигмы дистанционного обучения. В данном случае обозначается перспектива разработки и включения в ДПО системы виртуальных практик и стажировок, доступных слушателям данной категории пространственно-временной точки зрения в рамках объёма образовательной программы. Дальнейшее развитие рассмотренных подходов позволит пусть даже от части, но все же устранить существующий спектр диспропорций в сфере переподготовки специалистов.

Модернизация существующих подходов к проектированию и реализации дистанционных программ ДПО создаст также дополнительный стимул для развития инклюзивного образования, института тьюторства в нашей стране. При этом данный спектр вопросов представляет собой отдельную проблемную область и заслуживает глубокого и всестороннего изучения, открывая с другой стороны смежные с ДПО и дистанционным образованием направления исследования.

### Список литературы

1. *Кравченко В.В.* Основные тенденции развития дополнительного профессионального образования за рубежом // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 5. – С. 160–162.
2. *Флёров О.В.* Образование взрослых в англоязычных странах: к вопросу о соотношении терминов. В сб.: Актуальные проблемы развития общества, экономики и права: сборник научных статей молодых преподавателей и аспирантов. 2017. – С. 64–75.
3. *Корниенко С.А.* Электронное обучение как средство реализации образовательной программы. В сб.: Педагогика: традиции и инновации». Материалы V Международной научной конференции. – С. 175–182.
4. *Колганов Е.А.* Дистанционное образование в системе высшего профессионального образования региона: автореф. дисс. ... канд. социол. наук. – Уфа, 2010.
5. *Флёров О.В.* Виртуальные средства обучения английскому языку // Образовательные ресурсы и технологии – 2015. – № 1. – С. 28–33.
6. *Никуличева Н.В.* Организационно-педагогическое обеспечение подготовки преподавателя для системы дистанционного обучения: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – М., 2016.
7. *Панина Т.С.,* Вавилова Л.Н. Интерактивное обучение // Образование и наука – 2017. – № 6. – С. 32–41.

## CONTINUING EDUCATION IN DISTANT-LEARNING ELECTRONIC MEDIUM

**Probin P.S.,**

*PhD, Associate Professor,*

*Associate Professor of the Department of Economy and law,*

*e-mail: probinpavel@mail.ru,*

*Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism*

*The article deals with the issues of implementation and evaluation of effectiveness of distant continuing education programs. Particular attention is paid to the material and technical basis, as well as to the tools of current and final control of students' knowledge for developing their professional skills that could guarantee their effective integration into present-day social and professional space.*

**Keywords:** continuing professional education, efficiency assessment, personal and socio-economic factors, inclusive education

УДК 372.881.1

## РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ ПАРАДИГМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ НА УРОВНЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛИНГВОДИДАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Головяшкина Марина Александровна,

канд. пед. наук,

доцент кафедры психологии, педагогики и социально-гуманитарных дисциплин,

e-mail: placid2@yandex.ru,

Московский университет имени С.Ю. Витте

*В статье раскрываются свойства интерактивного обучения иностранному языку. Анализируются отдельные элементы лингводидактической системы на предмет интерактивных признаков. Особое внимание уделяется соотношению понятий «коммуникативный» и «интерактивный» и их интерпретации методике. Делается вывод о наличии признаков видоизменения парадигмы обучения языкам с коммуникативной на интерактивную.*

**Ключевые слова:** коммуникативное обучение, интерактивное обучение, метод обучения, форма обучения, средство обучения, ролевая игра, деловая игра, дискуссия

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-16-22

Сегодня, на пороге третьего десятилетия XXI века, вряд ли нуждается в методологическом обосновании коммуникативное обучение иностранному языку. Ещё в относительно недавнем прошлом позиционировавшееся как новое, основанное на экстралингвистических проявлениях общения и обозначающее принцип «от речи к языку». Тем самым оно задавало вектор для множества дидактических методик. Действительно объективные экономико-политические и социокультурные процессы и трансформации, произошедшие в послевоенной Европе, привели к несостоятельности прежнего подхода «от языка к речи», основанного на структурализме – ведущем направлении лингвистики XIX–начала XX века.

Во-первых, в условиях мультикультурализма, полиэтничности, стирающихся границ между странами, народами и этносами расширилась аксиология языка – помимо статуса самоценного культурного богатства, «вещи в себе» стало усиливаться его прагматическое значение как средства решения конкретных коммуникативных задач. Во-вторых, в пространстве ускоряющихся ритмов жизни и социально-экономических отношений изменилось отношение к обучению в том смысле, что человек помимо долгосрочной перспективы хочет получить определённый результат здесь и сейчас; что идёт в унисон с идеями вложения в образование (сил, финансов, времени, когнитивно-эмоциональных ресурсов) в контексте идей интеллектуального капитала и экономики знаний как концепций параллельно детерминировавших постиндустриальный европейский мир последней трети XX–начала XXI века. Так коммуникация стала парадигмой обучения иностранному языку.

Однако мир не стоит на месте и в наши дни, когда идеи прагматизма, эффективности, тайм-менеджмента, монохронного восприятия времени, всё больше укореняются в профессиональном, а следовательно, и в академическом пространстве, и происходит некоторое переосмысление задач обучения языку как средства функционирования в нем.

Мы полагаем, что на современном этапе развития лингводидактики уже наметились объективные предпосылки если не смены, то видоизменения методической парадигмы обучения языку с коммуникативной на интерактивную. В процессе научно-методического дискурса современные авторы все чаще определяют в качестве интерактивных различные элементы дидактической системы обучения языку: в основном речь идёт о методах (приёмах) [1, 3], формах [7, 9, 20] и технологиях [15, 16]. Нередко говорится и об интерактивном подходе [2, 12]. Представляется, что интерактивный подход находится на данный момент в начальной стадии формирования, поскольку подход представляет собой наиболее крупную структурно-дидактическую единицу – фактически парадигму обучения. С учётом того, что одни и те же методы, приёмы и средства зачастую описываются и как коммуникативные, и как

интерактивные, по нашему мнению, говорить об окончательно сформировавшейся интерактивной парадигме пока рано, но налицо развитие её отдельных элементов, что уже является веским основанием к размышлению о смене лингводидактических парадигм.

В данной статье ставится задача проанализировать отдельные элементы лингводидактической системы, а именно формы, методы и средства обучения языку, а также выделить в них существенные интерактивные черты и признаки, позволяющие говорить о значительном отличии от их коммуникативных аналогов.

Для решения данной задачи необходимо проанализировать соотношение понятий «коммуникативный» и «интерактивный»; в основе чего должно лежать понимание разницы между понятиями «коммуникация» и «интеракция», иными словами – если отказываться от латинской терминологии – «общение» и «взаимодействие».

Очевидно, что взаимозаменяемость терминов «коммуникативный» и «интерактивный» вызвана тем, что понятия «общение» и «взаимодействие» имеют достаточно сложную диалектику. Действительно, с одной стороны, общение есть взаимодействие само по себе, а с другой – реальное взаимодействие невозможно без общения, так в широком смысле их вообще можно считать синонимичными.

Т. Е. Прихода отмечает, что иногда просто отождествляется общение и взаимодействие; и то, и другое интерпретируется как коммуникация в узком смысле слова (то есть обмен информацией). В других случаях рассматриваются отношения между взаимодействием и общением как отношения формы некоторого процесса и его содержания. Иногда предпочитают говорить о взаимосвязанном, но все же самостоятельном существовании общения как коммуникации и взаимодействия как интеракции. Часть этих разночтений порождена терминологическими трудностями, в частности тем, что понятие «общение» употребляется то в узком, то в широком смысле слова.

Но, так или иначе, если коммуникативный процесс рождается на основе определённой совместной деятельности, то и обмен идеями, знаниями относительно данной деятельности будет неизбежно предполагать, что достигнутое взаимопонимание должно быть реализовано в новых совместных попытках развивать деятельность далее, организовав её. Задействованность одновременно нескольких людей в деятельности означает, что каждый из них должен вносить в неё особый вклад, что и даёт возможность интерпретации интеракции как организации совместной деятельности. По её ходу коммуникантам очень важно не только обмениваться информацией, но и организовать «обмен действиями», спланировать общую деятельность. При таком планировании возможна регуляция действий одного коммуниканта планами другого, что и делает деятельность действительно совместной, то есть её носителем будет уже выступать не отдельный человек, а группа. Следовательно, возможно заключить, что понятие «интерактивная сторона взаимодействия» раскрывает ту сторону общения, которой фиксируется не только обмен информацией, но и организация совместных действий, что позволяет коммуникантам реализовать общую для них деятельность [11].

С лингвометодической точки зрения более удобно понимать под взаимодействием общение в ходе деятельности, единство которых даёт какой-либо осязаемый результат, причём он не обязательно может быть материальным. Это может быть совместно найденное решение проблемы, совместно выработанная идея и пр. В таком узком смысле слова «взаимодействие» всегда ориентировано на конкретный заранее запланированный результат, в то время как общение может быть спонтанным, самооценным, ориентированным на процесс, приводить к неожиданному результату и пр.

В подобном смысле терминов – взаимодействие не может быть без общения, а общение может быть без взаимодействия, а, следовательно, первое – более узкое понятие. Помимо этого для взаимодействия общение выступает средством достижения цели, подобно тому как язык – средство реализации общения.

Такая трактовка терминологии не только удобна с методологической точки зрения, поскольку подразумевает четкую дифференциацию, но идёт в унисон с онтологией современного коммуникативного пространства, в некоторых подсистемах которого (профессиональная среда, коммуникативная среда) общение стало носить ярко выраженный результативно-обусловленный характер, в то время как в других ипостасях (досуг, семья и пр.) оно ориентировано в основном на процесс. Такая дифференциация не могла не найти отражение в обучении языку.

При всей ценности межличностного общения, нельзя не признать, что горизонты, которые открывает человеку иностранный язык, в профессионально-коммуникативной среде имеют как материально выраженные признаки, так и признаки реализации и самоактуализации личности на пути её жизненной траектории [13] (работа в международных компаниях, частые зарубежные командировки – фактически возможность бесплатно бывать в разных странах, возможность получать образование за рубежом, лучшая востребованность на рынке труда, более высокая заработная плата и пр.); в то время как в межличностном общении человек может комфортно реализовываться как личность, общаясь лишь на родном языке.

Е.С. Пологих отмечает, что в современном западном мире с преобладающей низкоконтекстной культурой и стилем общения иностранный язык в профессиональной сфере нужен всё меньше, чтобы просто поговорить, обменяться знаниями, опытом, эмоциями и пр. Все чаще специалист оказывается погружён в профессиональную межкультурную коммуникативную среду в процессе какой-либо деятельности.

Это, в частности, отражено и в Федеральном государственном образовательном стандарте последнего поколения, предусматривающего определённый процент активных и интерактивных занятий по всем дисциплинам.

Применительно к иностранному языку это требование, с одной стороны, выполнить проще всего, потому что любое нормально проведённое занятие является активным, т.к. специфика данной дисциплины, так или иначе, предусматривает обязательную обратную связь. С другой стороны, для того чтобы общение превратилось во взаимодействие, то есть было не просто коммуникацией, а именно интеракцией нужен пересмотр и совершенствование всех компонентов дидактической системы [10].

Так не удивительно, что в условиях прагматизации как самого образования, так и отношения к нему меняется социальный заказ и интерактивность становится основным вектором данного образовательного процесса. Между тем, приведенный выше анализ позволяет говорить, что коммуникативное и интерактивное обучение во многом схожи, в виду чего более корректно было говорить о видоизменении парадигмы и вектора, а не о принципиальной смене.

В таком случае интерактивные формы, методы и средства необходимо выделять среди коммуникативных, при этом критерием отбора должна выступать нацеленность на конкретный результат, находящийся за лингвистическими рамками.

Если говорить о формах организации обучения, то к коммуникативным традиционно относят беседу, дискуссию, а также ролевые и деловые игры. Среди них только дискуссия и деловая игра имеют ярко выраженные признаки интерактивности. Беседа в наше время используется, как правило, на начальном этапе обучения языку, когда обучающиеся ещё не владеют грамматикой на таком уровне, чтобы строить аргументативные предложения. Беседа ориентирована исключительно на процесс, поскольку представляет собой обмен не взаимосвязанными мнениями и (или) впечатлениями. Результат беседы – в лучшем случае принятие информации к сведению, но не целостный когнитивный продукт, который может быть применен в социальном взаимодействии вне учебного занятия.

Ролевая игра ближе к интерактивным формам, но все же подлинно интерактивной её назвать нельзя, поскольку взаимодействие в ней происходит по заранее определенному сценарию, который ограничивает участников в выборе языковых средств. В ролевой игре, как правило, заранее предопределён результат, следовательно, он не рождается в процессе взаимодействия. Так можно сказать, что ролевая игра имитирует взаимодействие, но не моделирует его.

Моделирование социального и профессионального взаимодействия происходит в деловой игре, где участники должны прийти к какому-либо результату. Если этот результат материален (например, презентация), то форма деловой игры служит условием реализации метода проектов; если речь идёт о поиске какого-либо решения или другого когнитивного продукта, в форме деловой игры реализуется кейсовый метод – об обоих будет подробно рассказано ниже.

Интерактивной формой является дискуссия – о её пользе упоминается во многих исследованиях как о высшей и наиболее сложной в обучении языкам. Суть взаимодействия в ней – обмен мнениями с целью выявления истины с применением аргументации. При этом интеллектуальный продукт дискуссии – не обязательно единое мнение. Участник может остаться и при своём, которое большинство

посчитало неправильным; тем не менее аргументы, услышанные им, создают контрбаланс в его сознании, что является ценным в формировании мировоззрения. В целом умение формировать собственное мнение на основе сопоставления разных даже противоположных аргументов очень важно для человека в условиях информационных потоков. В виду этого ценность представляет каждый разумный аргумент, а также умение довести его до сознания окружающих, отрабатываемое в дискуссии. Все это позволяет говорить, что в дискуссии одинаково ценны и результат, и процесс, потому что даже незавершённый процесс (набор аргументов) уже имеет признаки когнитивного продукта-результата. Возможность остаться при своём мнении, при этом получив пищу для размышлений в виде разумных аргументов против, – довольно часто встречающаяся коммуникативная ситуация в реальной жизни. Так можно сказать, что дискуссия тоже моделирует реальное взаимодействие.

В современной методике нет единого понимания, является ли коммуникативный метод методом в узком смысле этого слова, то есть конкретным способом достижения цели, либо же следует говорить о коммуникативной методике как о совокупности методов или вовсе о коммуникативном подходе. Мы придерживаемся точки зрения, что понятие коммуникативного метода следует трактовать именно в широком смысле – как совокупность схожих методов. Действительно, если бы коммуникативный метод был один, это означало бы, что огромное множество остальных следовало бы отнести к некому коммуникативным. Учитывая то, что в наше время любое более или менее качественное обучение языку носит коммуникативные черты, в предыдущем утверждении прослеживалось бы противоречие.

Точно такое же утверждение справедливо и относительно интерактивного метода. В действительности интерактивным можно назвать любой метод, при применении которого моделируется взаимодействие на иностранном языке с целью достижения конкретного результата. К таким методам можно отнести деятельностный и проектный. Их объединяет материальная природа результата, то есть он является конкретным продуктом, в совместной работе над которым обучающиеся развивают коммуникативные навыки. В основе этих методов лежит принцип коллективного взаимодействия, описанный Г.А. Китайгородской, по мнению которой, коллективное взаимодействие выступает фактором развития речевой индивидуальности.

Действительно, широко известно, что язык нормирован, а речь – нет. Речевые особенности каждого человека в реальном общении обусловлены его личностными свойствами. Для приближения учебного общения к реальному необходимо, чтобы эти свойства проявлялись на занятии. Это возможно только при создании максимально благоприятного психологического климата в группе, где обучающиеся готовы обмениваться не только мнениями и аргументами, но и эмоциями, чувствами, переживаниями, раскрываясь как личности. При этом очень важно отсутствие боязни быть непонятым, понятым неправильно, отвергнутым и пр. Это возможно только в атмосфере взаимной поддержки, где обучающиеся разделяют успехи друг друга, подсказывают, помогают и таким образом учатся не просто обмену мнениями, но подлинному межличностному общению [5, с. 35–36]. Так реализуется личностно-ориентированное обучение в процессе взаимодействия в коллективе, при котором учащийся вовлекается в процесс конструирования знаний, исходя из партнёрских отношений межличностного сотрудничества и основываясь не столько на логике, сколько на идейной позиции собеседника.

Отдельно следует выделить кейсовый метод, который реализуется в форме дискуссии. Отличительной его особенностью является то, что предмет дискуссии – не глобальные и общие проблемы, а конкретная ситуация с заданными условиями (case study), выход или наилучшее решение проблемы в которой нужно найти. Данный метод не подразумевает материального конечного продукта – в данном случае продуктом выступает решение. Грамотное решение как результат анализа, труда в современной профессиональной среде может принести компании, бизнесу и пр., в конечном счёте, большие дивиденды, чем какой-либо материальный актив. Соответственно, здесь мы тоже видим моделирование реальной ситуации ответственности за принятое решение.

Если говорить о средствах интерактивного обучения, то их можно разделить на две группы. Первая – средство в традиционном понимании данного термина в педагогике. В ней понятие «средство обучения» принято трактовать как какой-либо объект, в том числе и искусственно созданный для учебных целей и вовлечённый в образовательный процесс в качестве носителя учебной информации и инструмента деятельности педагога и учащегося. Так любой носитель информации, используемый для

организации интерактивных форм обучения и реализации интерактивных методов, есть средство достижения их целей.

С развитием единого электронно-сетевого пространства в обучении иностранному языку наиболее популярными стали аутентичные материалы, созданные носителями на их родном языке. При этом все подобные материалы можно разделить на две категории. Первая – это учебные материалы, то есть учебники и пособия, созданные зарубежными авторами. Во вторую группу мы отнесём собственно аутентичные материалы, то есть тексты, написанные не для учебных, а для любых других целей, но которые используются в качестве учебных.

Сейчас, в эпоху Интернета, когда доступна почти любая информация на почти любом языке, неиспользование аутентичных текстов уже является признаком старомодности и чрезмерной консервативности преподавателя. Потенциал таких текстов заложен в следующем.

Во-первых, они написаны на современном языке, то есть на языке в том виде, в котором он используется как средство коммуникации, прежде всего, его носителей. Несомненно, даже российский преподаватель должен осознавать, что нельзя учить в XXI веке языку, который он сам учил в институте лет, скажем, тридцать назад. Показателем высокого уровня профессионализма преподавателя иностранного языка является постоянное отслеживание изменений, происходящих в нём. Очевидно, нельзя считать эффективным юриста, который много лет не следил за изменениями в законодательстве или экономиста, не знающего, что происходит на рынке. С другой стороны, как бы ни старался отечественный лингвист, всё равно носители языка все современные явления в нём схватывают гораздо быстрее. Возможно, это происходит, потому что родной язык является для человека «более гибким», так как ему не нужно сопоставлять новые явления с прочно заложенной при изучении иностранного системой правил. Так новое языковое явление воспринимается как нечто само собой разумеющееся, а не противопоставляемое привычному «языковому укладу».

Второе преимущество заключается в том, что они наиболее актуальные с точки зрения содержания. В них люди рассказывают на своём языке как о жизни и проблемах своего общества (страны, народа), так и о глобальных вопросах нынешней мировой цивилизации. Актуальность предлагаемых обучающимся материалов является одной из ключевых составляющих успеха в обучении языку. Читая, слушая на иностранном языке об актуальных вопросах, учащийся пользуется основной его функцией – коммуникативной. Если высока содержательная ценность текста, то на первый план выходит именно его смысл, а сам язык выступает в качестве средства его передачи. Этого не происходит, если содержание материалов безразлично обучающимся.

В-третьих, аутентичные тексты максимально естественны в отличие от материалов, составленных отечественными авторами, которые строят текст с изначальной задачей включить в него максимальное количество новой лексики, каких-либо конструкций и т.д. Среди текстов, созданных носителями языка, наиболее специфичны те, что не носят учебный характер. К ним относятся тексты любых стилей и жанров: художественные, публицистические, научные и даже тексты документов. Все они изначально предназначены не для изучения языка, а для сообщения какой-либо информации людям, уже владеющим им. Будучи написанными не для обучающихся, а для «обычных людей» они имеют определённый психологический эффект, так как ставят изучающего язык наравне с миллионами людей уже владеющими им, в основном как родным, и использующими его в повседневных бытовых ситуациях. Именно поэтому студентам, достигшим определённого уровня владения иностранным языком, методисты очень часто советуют читать и слушать привычную информацию (книги, газеты, журналы, радио) на изучаемом языке.

С другой стороны, все эти средства органично впишутся и в коммуникативную парадигму. Так мы можем сделать вывод, что подлинно интерактивными средствами (вторая группа) являются те носители информации на иностранном языке (презентации, стенгазеты, эссе), которые созданы самими обучающимися в процессе взаимодействия на нём. Получается, что в интерактивном обучении средство достижения цели не существует изначально, имея особую диалектику, оно сливается с целью в образовательном процессе.

Так мы приходим к выводу, что интерактивное обучение имеет ярко выраженный деятельностный характер. В процессе обучающийся преобразует не только материальную действительность, но и

коммуникативные действия и стратегии, а также речевые действия людей, с которыми он взаимодействует на изучаемом языке. Тесная взаимосвязь коммуникации (общения) и интеракции (взаимодействия) позволяет допустить, что интерактивная парадигма не сменит коммуникативную, подобно тому, как сама коммуникативная окончательно вытеснила грамматико-переводное обучение. Вполне вероятно, что интерактивное обучение будет выступать как «надстройка» для коммуникативного и реализовываться в основном на среднем и продвинутом этапах обучения языку, целями которых выступает в частности подготовка к социально-профессиональному взаимодействию в межкультурной среде.

### Список литературы

1. Белоусова Т.Ф., Довгалева Е.О. Использование интерактивных методов и форм работы в обучении иностранным языкам // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 1. – № 12. – С. 125–127.
2. Боргоякова Е.П. Интерактивные подходы к обучению английскому языку в условиях внедрения ФГОС. В сб.: Образование и наука: современное состояние и перспективы развития сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 10 частях. 2013. – С. 30–32.
3. Дагбаева Н.Ж. К проблеме использования интерактивных методов в обучении иностранным языкам // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Профессиональное образование, теория и методика обучения. – 2012. – № 6. – С. 102–106.
4. Жиленко Н.В. Интерактивное обучение иностранным языкам в рамках поликультурного образования // Lingua mobilis. – 2012. – Т. 6. – № 39. – С. 109–114.
5. Китайгородская Г.А. Интенсивное обучение иностранным языкам. Теория и практика. – М.: Высшая школа, 2009. – 277 с.
6. Ларина Т.А. Формирование интерактивной компетенции при обучении студентов нелингвистических вузов иностранному языку: автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – Барнаул, 2007.
7. Миляева Д.А. Интерактивное обучение как форма организации познавательной деятельности обучающихся иностранному языку на начальном этапе // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. – 2013. – № 3. – С. 130–132.
8. Неворотова Л.М. Приёмы интерактивной деятельности учащихся в обучении иностранному языку. В сб.: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 18 частях. 2013. – С. 98–101.
9. Рожнова Е.А., Симакова С.М. К вопросу об использовании интерактивных форм в профессионально ориентированном обучении иностранному языку в техническом вузе // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. – 2013. – № 1 (19). – С. 123–129.
10. Пологих Е.С., Флеров О.В. Интерактивность как новая парадигма обучения коммуникации на иностранном языке // Глобальный научный потенциал. – 2016. – № 3 (60). – С. 23–25.
11. Прихода Т.Е. К определению понятия «интерактивная компетентность» // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 3. – С. 218–221.
12. Руденко Ю.С. Балльно-рейтинговая система учёта и оценки достижений студентов вуза в контексте компетентностного подхода // Мир образования – образование в мире. – 2017. – № 3 (67). – С. 143–149.
13. Рыбакова Н.А. Самоактуализация личности: методологический экскурс // Психология и психотехника. – 2015. – № 8. – С. 823–831.
14. Саушкина Н.К. Проблема интерактивного подхода в обучении иностранным языкам – пути решения этих проблем. В сб.: Педагогика, психология и образование: от теории к практике. – 2014. – С. 68–70.
15. Серикова Ю.В. Использование технологии интерактивного обучения для повышения мотивации студентов к обучению иностранным языкам. В сб.: Научные преобразования в эпоху глобализации. 2016. – С. 246–248.
16. Степанова Т.Я. К вопросу об интерактивных технологиях в обучении иностранным языкам. В сб.: Профессиональное лингвообразование. 2015. – С. 304–306.
17. Флеров О.В. Блог как средство обучения английскому языку // Педагогика и просвещение. – 2014. – № 4. – С. 66–73.

18. Флеров О.В. Иноязычная коммуникативная мотивация и её развитие в учебном процессе // Психология и психотехника. – 2017. – № 3. – С. 53–68.
19. Хашимова Н.Г. Использование интерактивных приёмов в обучении иностранному языку // Педагогические науки. – 2011. – № 5. – С. 170–171.
20. Щеколдина А.В. Роль интерактивных форм работы в профессионально-ориентированном обучении иностранному языку. В сб.: Современные проблемы лингвистики и лингводидактики: концепции и перспективы. 2015. – С. 123–127.

**IMPLEMENTING INTERACTIVE PARADIGM OF TEACHING A FOREIGN LANGUAGE  
AT THE LEVEL OF SEPARATE LINGUODIDACTIC ELEMENTS**

**Golovyashkina M.A.,**

*Candidate of Pedagogical Science,  
Senior Lecturer at the Department of Psychology, Pedagogics and Humanitarian Science  
e-mail: placid2@yandex.ru,  
of Moscow Witte University*

*The article reveals characteristics of interactive teaching a foreign language. It researches separate linguodidactic elements for interactive features. Particular attention is paid to the correlation of notions “communicative” and “interactive” and their interpretation in methodology. It concludes that there are signs of changing the language-teaching paradigm from communicative to interactive.*

**Keywords:** communicative teaching, interactive teaching, method of teaching, form of teaching, means of teaching, role play, business game, discussion

УДК 37.037.1

## ТЕХНОЛОГИЯ ЗАНЯТИЙ АТЛЕТИЧЕСКОЙ ГИМНАСТИКОЙ КАК КОНТРАБАЛАНС ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВЫМ ПЕРЕГРУЗКАМ

Пустовойтов Юрий Леонидович,  
старший преподаватель,  
e-mail: ra636@yandex.ru,  
Московский университет имени С.Ю. Витте

*В статье обосновывается роль и значение атлетической гимнастики как средства когнитивно-эмоциональной разрядки человека в условиях увеличивающихся информационных потоков и перенасыщения информацией. Представлена технология, состоящая из комплекса этапов и тренировочных упражнений, обеспечивающих всестороннее укрепление организма и психологическое благополучие человека.*

**Ключевые слова:** атлетическая гимнастика, упражнение, тренировка, перегрузка, информационный поток, пассивный образ жизни, хроническая усталость

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-23-26

В наше время уже привычным стал тезис о том, что электронные и электронно-сетевые технологии настолько прочно вошли в нашу жизнь, что они служат условием существования современного человека во всех сферах его жизнедеятельности. Действительно, сегодня они представляют собой не просто средство получения информации и коммуникации, но и выступают фактически интерактивным пространством и коммуникативной средой для всех видов деятельности и времяпрепровождения: профессионального, досугового, семейного и межличностного.

Большинство современных людей проводят почти целый рабочий день за компьютером. С учётом того, что в сложных экономических условиях некоторым специалистам приходится работать по ненормированному графику, реальное количество рабочих дней может достигать 6 или даже 6,5 в неделю. Однако и после работы наше пользование электронными устройствами не ограничивается.

Общение с друзьями сегодня также всё чаще происходит посредством электронных устройств. Электронные версии газет и книг тоже заставляют современного человека смотреть на экран. Усталость после работы, не самое хорошее настроение и отсутствие бодрости духа при решении о времяпрепровождении определяют выбор в пользу «сидения в интернете» взамен культурно-развлекательным и социальным мероприятиям.

Эффект Интернета в том, что он может сделать даже самый пассивный досуг, если не интересным, то по крайней мере информационно насыщенным, что создаёт у человека ощущение не зря проведённого времени, которое, впрочем, часто бывает ложным. Более того, эргономичность современных цифровых устройств позволяет не «сидеть», а в буквальном смысле «лежать в Интернете». В таком положении мышцы и опорно-двигательный аппарат устают меньше, чем от сидячего положения, что вызывает более долгое смотрение на экран по вечерам. Это в свою очередь отрицательно влияет на сон и, соответственно, на производительность.

Так электронно-цифровые перегрузки стали одними из основных негативных факторов, влияющих на здоровье в наше время. Вред сидячего образа жизни и постоянного нахождения перед экраном (даже при максимальном «здоровьесбережении» современных мониторов) широко известен и вряд ли нуждается в обосновании. Однако перенасыщение информацией ведёт также к перегрузкам когнитивным [1]. В реальности значительная часть информации, получаемой нами из Сети совершенно бесполезна как с практической, так и с мировоззренческой точки зрения. Тем не менее, мы затрачиваем интеллектуальные и эмоциональные усилия для её обработки, что может привести к дестабилизации психики, подобно тому как сверупотребление сахара – «энергетической пустышки» – дестабилизирует физиологию организма.

В таких условиях в разы возрастает польза и значимость спорта как источника бодрости, выносливости, позитивного настроения и общей пользы для организма, а также возможности организовать

времяпрепровождение без помощи электронных устройств. Одной из наиболее эффективных технологий разгрузки от постоянно поступающей информации являются занятия атлетической гимнастикой, описание технологии и обоснование роли которых – основная задача данной статьи.

Технология занятий атлетической гимнастикой предполагает структурное разделение каждого тренировочного занятия на три составные части:

**1 Подготовительная часть или разминка**, роль которой заключается в разогревании суставов, связок и мышц для дальнейшей физической работы, используя простые и сложные упражнения, выполняя их по определенному принципу: вращение в суставах сверху вниз, от шейных позвонков и до суставов голеностопа. Следующий этап предусматривает разогрев связок (сухожилий). Упражнения этой направленности включают в себя: прыжковые упражнения – вперед, назад, в стороны, вверх с подниманием рук вверх и прыжок с подниманием колена к груди как одного, так и двух, прыжки с поворотом вправо, влево и т.д., в сочетании с выпадами и махами ног. Для эффективного разогрева мышечной системы, рекомендуется во время последовательного выполнения упражнений разминочного характера делать плавный переход от одного упражнения к другому, при этом не останавливаться, в крайнем случае, делать кратковременные остановки. Завершающим этапом разминки считают приведение мышц в рабочее состояние, используя такие упражнения как приседания, отжимания от пола, беговые упражнения, упражнения на брюшной пресс.

Разминка занимает 15–20% от общего объема занятия. Это необходимая процедура, применяемая в обязательном порядке для разогрева и подготовки к дальнейшей работе всех групп мышц и суставно-связочного аппарата. Разминку можно разделить на такие составляющие как:

- а) легкий бег на дистанцию 400–800 м;
- б) бег змейкой, оббегая препятствия (конусы) 2х200 м;
- в) бег по ступенькам вверх–вниз на расстояние 30х5 м под углом подъема 40–45 градусов;
- г) бег на расстояние 200–400 м, чередуя высокое поднятие бедра и захлест голени назад, выполняя их каждые 50 м, при этом темп бега средний;
- д) бег приставным шагом 50х2 м, правым и левым боком, темп бега средний;
- е) прыжки на правой и левой ногах поочередно по 20 м на каждой;
- ж) бег и ходьба по 100 м, при ходьбе выполнять дыхательные упражнения (два шага вдох, руки во время вдоха поднимаются вверх, выдох – руки опускаются вниз, и т.д.).

**2 Основная часть занятия** представляет собой тренировочный процесс, который строится на последовательном выполнении заданий (упражнений), обеспечивающих решение определенных задач, физических нагрузок различной направленности, осуществляя не только последовательное выполнение упражнений, но и объём их интенсивности. Специфика в атлетической гимнастике направлена в основном на силовые упражнения. Интенсивность нагрузок в основной части занятия необходимо подбирать, учитывая подготовленность занимающихся и задачи тренировочного процесса.

В основной части занятия рекомендуется использовать программы общефизической направленности, на воспитание не только силовых способностей, но и других немаловажных физических качеств, таких как выносливость, быстрота, ловкость и гибкость. Развитие в себе этих физических качеств напрямую связано с всесторонним развитием личности, укреплением здоровья, что положительно скажется на тренировочном процессе в атлетической гимнастике.

Чередования силовых упражнений с игровыми видами благоприятно скажутся на технике выполнения силовых упражнений как с отягощением, так и без них. Таким образом, чередуя силовые, игровые, легкоатлетические упражнения, происходит так называемый гиперскачок, позволяющий в короткое время преимущественно увеличить весовую нагрузку как на отдельные группы мышц, так и на весь мышечный массив организма в целом. В результате чего у занимающегося значительно увеличиваются силовые и объёмные показатели мускулатуры, а также чувство самоудовлетворения от занятий атлетической гимнастикой и способность реализовывать максимальные силовые возможности, получая определенное удовлетворение в тренировочном процессе атлетической гимнастикой.

Основная часть занятия призвана придерживаться определенной структуры тренировочного процесса, обеспечивая выполнение упражнений с большим объемом и интенсивностью. В основной части занятия решаются как главные, так и дополнительные задачи тренировочного процесса. Тренировоч-

ный процесс следует планировать таким образом, чтобы степень подготовки занимающегося атлетической гимнастикой по всей совокупности факторов определялась успехом спортивных достижений. Такое ранжирование физических нагрузок в процессе систематических занятий дает возможность направленно изменяться с общей тенденцией к повышению физических нагрузок на организм, и выражается в росте его работоспособности [4]. Такие изменения в организме протекают по двум взаимосвязанным направлениям:

- 1) увеличиваются функциональные возможности организма;
- 2) совершенствуется координационная деятельность со стороны ЦНС и её саморегуляция.

Чем выше уровень тренированности занимающегося, тем более продуктивно и совершенно справляется он с проделанной работой.

**3 Заключительная часть (заминка)** – цель её заключается в переключении организма на восстановительный режим. Плавное переключение от интенсивных упражнений к отдыху, предохраняет от возможных функциональных нарушений, которые способны возникнуть при внезапном прекращении интенсивной тренировки, в большей степени у тех, кто малотренирован и не имеет большого опыта самостоятельных занятий.

Содержанием заминки являются упражнения малой интенсивности: плавное и медленное выполнение упражнений без отягощения, комплексы из разминочного характера, упражнения на гибкость и релаксационные комплексы.

В простом варианте это медленный бег трусцой 400–800 м, с последующим выполнением комплексов упражнений на гибкость и расслабление. После выполнения упражнений заключительной части занятия следует проанализировать и подвести итог занятия, зафиксировав свои впечатления и выполненную работу в дневник тренировок. После окончания тренировки необходимо выполнить гигиенические и восстановительные мероприятия (душ, различные ванны, сауны и т.п.).

Основной задачей является снижение физиологического возбуждения, регулирование эмоционального состояния. Переход от интенсивной тренировки к отдыху должен быть плавным, в противном случае могут возникнуть функциональные нарушения. Содержание заключительной части занятия предусматривает упражнения невысокой интенсивности [3].

Так занятия атлетической гимнастикой представляются контрбалансом современным когнитивным и эмоциональным перегрузкам в условиях увеличивающихся информационных потоков. Атлетическая гимнастика не только позитивно влияет на организм с физиологической точки зрения, но и придаёт бодрость духа, улучшает настроение, способствует эмоциональной разгрузке и снятию интеллектуальной усталости. Психологический эффект занятий атлетической гимнастикой особенно важен в условиях ускоряющегося цифрового мира, где за единицу времени происходит все больше событий и коммуникативных актов, а следовательно, увеличивается объём анализируемой информации, что является причиной стресса, хронического утомления и выгорания, в том числе и профессионального [2].

Одной из важных особенностей атлетической гимнастикой является её экономическая доступность. Занятия не требуют дорогого инвентаря, похода в спортзал, аренды помещения и пр., что особенно важно, учитывая сложное финансовое положение многих граждан в условиях экономического кризиса, который тоже отрицательно влияет на психологическое здоровье. В таких условиях занятия атлетической гимнастикой не просто рекомендуемы, но крайне желательны для современного человека цифровой эпохи.

### Список литературы

1. Давыдов О.Ю. Влияние занятий атлетической гимнастикой на общую физическую подготовленность студентов вуза // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 11 (81). – С. 48–52.
2. Давыдов О.Ю. Влияние занятий атлетической гимнастикой на показатели умственной работоспособности студентов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2008. – № 7. – С. 217–224.
3. Пустовойтов Ю.Л. Атлетическая гимнастика как одно из направлений физического воспитания студентов. В сб.: Управление в социальных и экономических системах. Материалы международной научно-практической конференции / под ред. Ю.С. Руденко, Р.М. Кубовой, М.А. Зайцева. 2015. – С. 284–292.

4. Пустовойтов Ю.Л. Силовые качества мышц и методы их развития у студентов. В сб.: Наука и общество в эпоху технологий и коммуникаций. Материалы международной научно-практической конференции. 2016. – С. 754–760.

5. Самсоненко И.В. Технология формирования качества жизни студентов (на примере занятий атлетической гимнастикой) // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2011. – № 4. – С. 54–57.

6. Старцев М.С., Каймин М.А. Развитие силовых качеств у учащихся колледжей на занятиях атлетической гимнастикой // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2011. – № 4. – С. 6–28.

### ATHLETIC GYMNASTICS TECHNOLOGY AS A COUNTERBALANCE TO DIGITAL OVERLOAD

**Pustovoitov Yu.L.,**

*Senior Lecturer, Humanities Department,*

*e-mail: ra636@yandex.ru,*

*Moscow Witte University*

*The article proves role and significance of athletic gymnastics as a means of cognitive and emotional discharge under increasing information streams and information overload. It presents a technology consisting of a complex of exercises at different stages that provide total invigoration of organism and psychological well-being.*

**Keywords:** athletic gymnastics, exercise, training, overload, information stream, passive lifestyle, chronic fatigue

УДК 373.1

## РОЛЬ УЧИТЕЛЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

**Николаева Алла Алексеевна,**

*канд. социол. наук, доцент кафедры,*

*e-mail: allaalekseevna@bk.ru,*

*Московский государственный психолого-педагогический университет,*

**Савченко Ирина Алексеевна,**

*канд. полит. наук, доцент кафедры,*

*e-mail: arin76@mail.ru,*

*Московский государственный психолого-педагогический университет,*

**Зиновьева Наталья Александровна,**

*магистрант,*

*e-mail: nata280969@mail.ru,*

*Московский государственный психолого-педагогический университет*

*В статье рассматриваются актуальные проблемы и вопросы по тематике формирования информационной безопасности образовательной среды в общеобразовательной школе. Изучены особенности участия учителя в формировании информационной безопасности образовательной среды учеников различных возрастных категорий.*

**Ключевые слова:** информационная безопасность, образовательная среда, учителя, ученики, обучение

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-27-32

### *Введение*

**П**ереход глобального общества на новую стадию своего развития – информационного общества – ознаменовался не только появлением невиданных до этого возможностей, но и появлением новых видов угроз. Особенно опасны они для информационно уязвимых слоев населения, прежде всего молодого поколения.

Под влиянием медийной информации формируются мировоззренческие позиции человека, ценностные ориентиры, закладываются основы правомерного или неправомерного поведения. Особое значение это приобретает в связи с введением в средней школе элементов медиаобразования, поэтому есть основания утверждать, что проблемы информационной безопасности должны находиться в поле зрения не только специалистов в области национальной безопасности, правоведов, философов, социологов, но и педагогов [2].

Актуальность данной проблемы обусловила активный интерес к ней ученых. Среди отечественных ученых, внесших значительный вклад в разработку проблем информационной безопасности в аспекте педагогического направления, следует отметить В. Богуща, В. Брижка, М. Гуцалюк, О. Данильяна, В. Зализняка, Б. Кормича, Н. Кушакову, В. Липкана, Ю. Максименко, П. Марущака, О. Марценюка, А. Приходько, Г. Сашук, В. Сидака, Л. Харченко, О. Юдина, В. Цимбалюка, Н. Швеца, А. Яковенко и др. [4]

Цель статьи – рассмотрение роли учителя общеобразовательной школы в формировании информационной безопасности образовательной среды.

### *1 Содержание понятия информационной безопасности*

Благодаря научным изысканиям в исследуемой области кристаллизовалось понимание понятия «информационная безопасность». Среди многих интерпретаций понятия «информационная безопасность», которые связаны с возможностями дальнейшего использования в педагогической сфере, мы выбрали те, которые наиболее полно характеризуют сущность понятия и трактуют его так:

1. Составляющая национальной безопасности, сознательное целенаправленное влияния субъекта управления на угрозы и опасности.

2. Состояние защищенности жизненно важных интересов человека, общества и государства, при котором предотвращается нанесение ущерба из-за неполноты, несвоевременности и недостоверности информации, негативное информационное влияние, негативные последствия применения информационных технологий» [1].

Выделяется информационная безопасность государства, организаций и личности. Бесспорно, для школьной педагогики наиболее актуальным является последний вид. В. Остроухов и В. Петрик предлагают рассматривать информационную безопасность личности в узком и в широком смысле. Поэтому, по их концепции, «информационная безопасность личности в узком смысле – состояние защищенности психики человека от негативного влияния, которое осуществляется путем внедрения деструктивной информации в сознание и (или) в подсознание человека, что приводит к неадекватному восприятию ею действительности.

Информационная безопасность личности в широком смысле это:

1) надлежащий уровень теоретической и практической подготовки личности, при котором достигается защищенность и реализация ее жизненно важных интересов и гармоничное развитие независимо от информационных угроз;

2) способность государства создать возможности для гармоничного развития и удовлетворения потребностей личности в информации, независимо от информационных угроз;

3) обеспечение, развитие и использование информационной среды в интересах личности;

4) защищенность от разного рода информационных угроз [2].

Исходя из контекста, можно сделать вывод, что ученые среди других видов информационной безопасности личности дифференцируют и такие ее виды, как: информационно-психологическая, информационно-правовая.

Как правило, возрастной диапазон охватываемых учителями-исследователями лиц ограничивается школьниками. Гораздо реже встречаются работы, посвященные информационной безопасности дошкольников. Видимо, считается, что дети до шести лет еще не попадают в зону риска, поскольку постоянно находятся под присмотром воспитателей или родителей.

Поэтому возникает необходимость дальнейшей конкретизации сущности понятия «информационная безопасность личности» в зависимости от категории субъекта в отношении детей.

Детализируя понятие информационной безопасности личности школьников, ее толкуют как «состояние защищенности основных интересов учащихся от угроз, вызванных информационным воздействием на психику и социокультурное развитие различными социальными субъектами и информационной средой общества, в том числе образовательной средой» [2].

Михайлов Л.А. для обозначения исследуемого объекта использует терминологическое сочетание «информационно-личностная безопасность школьника» и предлагает выделять два его аспекта, а именно:

1) внешний: защищенность образовательной среды школьников от факторов внешней опасности, например, путем применения программных комплексов контентной фильтрации;

2) внутренний: формирование способности к распознаванию, предсказанию, уклонению и преодолению опасностей [5].

Необходимость первого аспекта вызвана тенденциями постоянного роста количественных показателей так называемого «информационного мусора», смакование насилия и агрессии в медиасреде, отсутствием понимания у распространителей такой информации, что она может попасть в поле зрения детей.

Второй аспект является очень актуальным с позиций педагогики. По сути, он имплицитно содержит то, что можно было бы назвать способами создания медиаиммунитета личности школьника.

В аспекте тематики нашей статьи под информационной безопасностью младшего школьника мы предлагаем понимать пребывание ребенка в конструктивных педагогических условиях, способствующих положительной социализации личности, получению ею дозированной, своевременной и взвешенной информации, направленной на удовлетворение его потребностей в познании мира, полноценное развитие индивидуума и воспитания законопослушного человека за счет создания учителем соответствующей образовательной педагогической среды.

При этом важнейшую роль в школе играет именно учитель, который выступает транслятором и координатором информации, направленной на:

- содействие социальному, духовному и материальному благополучию;
- распространение детской учебной и художественной литературы;
- обеспечение языковых потребностей детей;
- защиту ребенка от информации и материалов, наносящих вред его благополучию [6].

Также в нашей авторской дефиниции внимание обращается на то, что отбор учителями информации, предоставляемой школьнику, должен удовлетворять его потребности в познании мира и одновременно способствовать полноценному развитию индивидуума и воспитанию законопослушного человека.

Таким образом, на взрослых возлагается функция анализа и селекции массивов информации с последующим прогнозированием возможных последствий ее усвоения ребенком, желательности или нежелательности для целей воспитания. Это очень важно с точки зрения правовой социализации личности, формирования первичных представлений о правопорядке, общественно ориентированных моделей правового поведения.

### *2 Обеспечение информационной безопасности школьников в современной образовательной среде*

Наступление в жизни юной личности нового этапа – школьного – переносит ребенка в новую для него информационную среду – образовательно-развивающую. В ней в значительной степени увеличиваются информационные потоки, а также меняется режим дня ребенка. Овладение навыками письменной коммуникации расширяет его возможности по освоению новых сведений, поиска информации, прежде всего, в сети Интернет.

Под информационной безопасностью образовательной среды школьника мы предлагаем понимать состояние и педагогические условия защищенности школьника в информационно-образовательной среде, что одновременно позволяет реализовывать право на информацию в контексте формирования нравственных качеств и интеллектуального развития младшего школьника, его правовой адаптации и защищает его от негативного воздействия информации деструктивного характера.

Сформулированная нами дефиниция четко коррелируется со ст. 13 «Конвенции о правах ребенка», согласно которой «ребенок имеет право свободно выражать свое мнение, это право включает свободу искать, получать и передавать информацию и идеи любого рода, независимо от границ, в устной, письменной или печатной форме, в форме произведений искусства или с помощью других средств по выбору ребенка» [4].

Важно и то, что этот период в жизни индивидуума характеризуется педагогическими целями интеллектуального развития личности, формированием его нравственных качеств, первичной правовой адаптацией, умением распознавать вредную информацию и правильно реагировать на нее.

Поэтому считаем, что при толковании понятия информационной безопасности школьника, необходимо ориентироваться на достижение педагогами и родителями указанных целей, осуществлять анализ и прогноз, каким образом та или иная информация может повлиять на психику ребенка. Негативное влияние могут оказывать и некоторые виртуальные группы, которые создаются в популярных социальных сетях, прежде всего, ВКонтакте. Так, по данным издания «Новая газета» от 16 мая 2016 года, в России в период с ноября 2015 по апрель 2016 произошло 130 суицидов детей [7]. Все они были из благополучных семей и находились в одних и тех же группах в сети ВКонтакте.

Переход подростков к группе старших школьников еще больше обостряет проблемы информационной безопасности личности. Юношеский возраст характеризуется становлением человека как личности, попыткой найти свое место в социуме, поисками смысла жизни, ментальных ориентиров в качестве образцов и моделей поведения, периодом выбора будущей профессии, формированием мотивационно-ценностной сферы, стремлением к самоутверждению, способностью к абстрагированию информации. Находит проявление гражданская позиция личности. В этот период выражаются и попытки идентифицировать себя как представителя определенной молодежной субкультуры, усвоить ее языково-лексические средства (например, молодежный сленг), стиль одежды, поведения и тому подобное. Мнение и оценки сверстников во многих случаях приобретают большую значимость, чем родительская

или учительская. На фоне того, что в программе школы появляются предметы, связанные с информационными технологиями, основами права, осуществляется медиаобразование, нередко, в силу противоречивости психологических процессов, юноше или девушке хочется попробовать себя в проявлении асоциального поведения, в том числе – в виртуальной среде. Возникает парадокс, при котором молодой человек стремится глубоко усвоить знания, чтобы в дальнейшем их использовать в киберпреступности.

Таким образом, с позиций криминологии, старшеклассник может быть не только и не столько жертвой преступлений, сколько сам становится правонарушителем. При этом в отличие от школьников младших и средних классов, старшеклассник четко осознает мотивацию собственных поступков, знает, чего он хочет.

С учетом изложенного, информационную безопасность старшеклассника можно определить, как «целенаправленное воздействие комплекса научно-обоснованных конструктивных факторов, позволяющих удовлетворять общественно-желаемые информационные потребности старшего школьника и предпрещающих его асоциальное поведение в информационной и реальной среде» [6].

Наряду с традиционно рассматриваемыми вопросами информационной безопасности учащихся в школе, учителем в учебно-воспитательном процессе должны быть отражены социальные, правовые, организационно-управленческие аспекты рассматриваемой проблематики.

Для образовательной организации сегодня актуальны следующие угрозы информационной безопасности:

- нарушение конфиденциальности информации (несанкционированное получение информации, в т. ч. персональных данных педагогов и учащихся, служебной информации о школе);
- технические сбои и неполадки вычислительной техники и средств телекоммуникаций, нарушения энергообеспеченности организации, физическое уничтожение или порча техники и др.;
- вредоносное и нежелательное программное обеспечение, хакерские атаки и спам;
- несанкционированное использование нелегального программного обеспечения сотрудниками образовательной организации;
- недисциплинированность и бесконтрольность педагогов, учебно-вспомогательного персонала и учащихся в вопросах защиты информации;
- непонимание и незнание проблем информационной безопасности;
- нарушение авторских прав и прав интеллектуальной собственности и др.

Одним из путей обеспечения информационной безопасности школьников является организация учителем безопасного личностного информационного образовательного пространства. В организации безопасного личностного информационного пространства определены следующие группы мероприятий информационной безопасности школьников:

- правовые;
- технические и программные;
- воспитательные и организационные;
- моральные и этические;
- защита психики и здоровья.

Рассмотрим их подробнее. Правовое обеспечение – это специальные законы и другие нормативные акты, правила, процедуры и меры по обеспечению личной информационной среды учеников на законодательной и правовой основе для реализации единой государственной политики в сфере защиты детей от информационных материалов, наносящих вред их здоровью и психике [1].

Техническое и программное обеспечение – использование различных аппаратных и программных средств для предотвращения нанесения материального и морального вреда человеку, в частности ребенку, разрушению программ информационного контроля, сетевых фильтров, технических средств защиты данных [1].

Организационная защита – это регламентация информационной деятельности подростков, контроль использования сетевых сервисов и сообществ, исключающие или ослабляющие нанесения вреда личному информационному образовательному пространству школьника [1].

Для организации защиты сознания пользователя, в том числе сознания школьников, от вредного информационного воздействия из сети Интернет на уровне программного обеспечения целесообразно

осуществлять комплексное применение программ для защиты компьютерной системы от вирусов и вредоносного программного обеспечения, фильтрации контента сети Интернет, учительского контроля с применением постоянно возобновляемых «черных» и «белых» списков сайтов.

Моральный и этический аспект – соблюдение школьниками во время осуществления информационной деятельности норм и правил поведения в образовательном обществе, а также сетевой культуры и этики, которые образуются с распространением информационных технологий в современном информационном обществе [1].

Для формирования морально-этических качеств будущего члена информационного общества целесообразно проводить воспитательные часы, на которых обсуждаются нравственные установки, в основе которых лежат 10 заповедей компьютерной этики, разработанные Институтом компьютерной этики (Computer Ethics Institute) [3].

Важнейшим аспектом информационной безопасности школьников является защита психики и здоровья. Во время профилактических действий по защите психики и здоровья нужно учитывать онлайн опасности сети Интернет и возрастные особенности интереса детей к сети Интернет, предлагать детям альтернативные виды деятельности без использования ресурсов сети Интернет.

### **Выводы**

Новизна проведенного исследования заключается в обосновании тезиса о том, что каждая возрастная категория учащихся имеет свои специфические особенности, которые следует учитывать учителю при организации медиаобразования, в курсе безопасности жизнедеятельности, при изучении основ правоведения, а также при организации воспитательной работы с детьми и их родителями.

При этом необходимо предоставлять такой работе системный и целенаправленный характер с учетом межпредметных связей, максимальным применением лично ориентированного обучения и воспитания. Поэтому, учитывая тенденции роста количества опасностей, криминализации виртуальной среды, основной задачей учителя школы становится привитие информационной культуры, умение распознавать деструктивную информацию и противостоять угрожающим воздействиям. Этим определяется практическая значимость данной статьи.

### **Список литературы**

1. *Бояров Е.Н.* Безопасная информационная образовательная среда вуза: понятие и компоненты // Молодой ученый. – 2014. – № 18.1. – С. 20–23.
2. *Бояров Е.Н.* Теоретические основы построения безопасной информационной образовательной среды подготовки педагогов в области безопасности жизнедеятельности // Социосфера. – 2012. – № 4. – С. 101–106.
3. *Закирова-Зиева Е.В.* Формирование информационно-коммуникативной компетентности младших школьников в контекстном обучении // Образовательные ресурсы и технологии. – 2012. – №1. – С. 72–76.
4. *Зуев В.М., Гретченко А.И.* Проблемы высшего образования в свете нового закона «Об образовании в Российской Федерации» // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2013. – № 2 (56). – С. 5–12.
5. *Михайлов Л.А.* Концепция организации подготовки учителя безопасности жизнедеятельности в современном педагогическом университете: автореф. дис. ... д.п.н. – СПб., 2003.
6. *Новикова Н.Н.* Формирование информационно-коммуникационной среды технологического образования // Концепт. 2014. Спецвыпуск № 06. [Электронный ресурс] – URL: <http://e-koncept.ru/2014/14569.htm>. (дата обращения 15.03.2018).
7. *Яныкина А.П., Какадий И.И.* Особенности современных технологий управления образованием и применение их в практической деятельности // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 5-1 (82-1). – С. 500–503.

TEACHER'S ROLE IN INFORMATIONAL SAFETY OF PRESENT-DAY PUPILS

**Nikolaeva A.A.,**

*Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor at the department,  
e-mail: allaalekseevna@bk.ru,  
Moscow State University of Psychology & Education,*

**Savchenko I.A.,**

*Candidate of Political Sciences, Associate Professor at the department,  
e-mail: arin76@mail.ru,  
Moscow State University of Psychology & Education,*

**Zinovieva N.A.,**

*Master student,  
e-mail: nata280969@mail.ru,  
Moscow State University of Psychology & Education*

*The article deals with topical issues and questions on the subject of informational safety and forming educational environment in a secondary school. Particularities of teacher's participation in shaping educational environment with informational security for pupils of different age are viewed.*

**Keywords:** informational safety, education, teachers, pupils, educational environment, training

УДК 159.9.078

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ «PSYCHOMETRIC EXPERT»  
В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РАБОЧЕМ МЕСТЕ МЕДИЦИНСКОГО  
ПСИХОЛОГА (НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ВРАЧЕБНО-ЛЁТНОЙ  
ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ  
БОЛЬНИЦЫ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ)**

**Славинская Юлия Валентиновна,**

*канд. псих. наук, доцент,*

*доцент кафедры психологии, педагогики и социально-гуманитарных дисциплин,*

*e-mail: slavinskas\_yulya@mail.ru,*

*Московский университет имени С.Ю. Витте,*

*медицинский психолог Центральной врачебно-лётной экспертной комиссии гражданской авиации*

*В статье рассматриваются особенности построения многофункциональной компьютеризированной среды «Psychometric Expert» для организации автоматизированного рабочего места медицинского психолога в сфере гражданской авиации. Раскрывается специфика работы с лётным персоналом, а также методика работы в данной электронной оболочке. Делается вывод о значимости единой базы данных обследуемых для оптимизации работы медицинского психолога в данной профессиональной области.*

**Ключевые слова:** гражданская авиация, медицинский психолог, единая база данных, информационная среда, автоматизированное рабочее место

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-33-38

На пороге третьего десятилетия XXI века электронные технологии проникли в профессиональное пространство всех сфер человеческой деятельности, с одной стороны, облегчив её, а с другой, предъявив новые функциональные требования к её исполнителям. Широко известно, что одной из наиболее технологичных в наше время является сфера авиации, при этом в её электронно-технологическом пространстве находятся не только те, сотрудники, которые имеют непосредственно дело с лётным оборудованием, но и другой персонал, в частности психологи. В данной статье пойдёт речь об автоматизированном рабочем месте медицинского психолога Центральной врачебно-лётной экспертной комиссии Центральной клинической больницы гражданской авиации (ЦВЛЭК ЦКБ ГА), построенного на основе компьютеризированной среды «Psychometric Expert».

В настоящее время от пилотов гражданской авиации, кроме естественного умения пилотировать воздушное судно, требуется целый спектр знаний и навыков, позволяющих обеспечить эффективное управление полетом и экипажем. В современной ситуации, когда оборудование самолетов практически полностью автоматизировано и компьютеризировано, роль пилота неизбежно меняется, однако требования, предъявляемые авиакомпанией к его личностным и профессиональным качествам, возрастают. И если соответствие этим требованиям для самого пилота, руководствующегося приоритетом обеспечения безопасности полётов, оказывается сложной задачей, то для специалистов-психологов, обеспечивающих отбор (освидетельствование) летного персонала, отвечающего этим критериям, становится профессиональным искусством.

Исторический анализ проблемы отбора летного состава позволяет говорить о том, что идея психологической оценки личности будущего пилота родилась фактически одновременно с появлением самой гражданской авиации [1]. За девять десятилетий развития Гражданской авиации в нашей стране качество и уровень безопасности авиационного транспорта достигли очень высокого уровня, что, в свою очередь, в известной степени снизило требования, предъявляемые к летному персоналу.

Вместе с тем, современный анализ авиационных катастроф указывает на прямую связь между состоянием здоровья (как физического, так и психологического) пилотов и безопасностью полётов. Так,

80–85% происшествий и катастроф на авиационном транспорте связано с «человеческим фактором», т.е. с недостаточной надежностью авиационного персонала. Многочисленные исследования показали возрастание ошибочных действий при длительных полётах, в ночное время суток, в сложных метеорологических условиях, смене климатических и часовых поясов, при наличии острых или хронических заболеваний, при старении, утомлении и переутомлении организма.

Таким образом, становится очевидным тот факт, что успешная профессиональная подготовка летного персонала невозможна без учёта тех профессионально значимых индивидуально-психологических качеств, которые ее обеспечивают.

Одним из основных направлений обеспечения безопасности полётов становится психологическое освидетельствование летного персонала как оценка профессионально-значимых качеств в рамках врачебно-летной экспертизы (ВЛЭ).

Несмотря на широкое использование методов психологической диагностики, проблема качественной оценки профессионально значимых качеств пилотов продолжает оставаться в высшей степени актуальной. Несмотря на то, что в последние десятилетия прошлого века велись фундаментальные исследования возможности психологической диагностики профессионально-значимых качеств личности пилота гражданской авиации (ГА) в рамках деятельности ГосНИИ ГА, а экспериментальными исследованиями были охвачены все основные регионы бывшего СССР, в постсоветский период все работы были свернуты и многие ценные наработки незаслуженно забыты.

Сегодня становится очевидной необходимость как возрождения ранее разрабатываемых и не потерявших актуальность подходов к оценке личности пилота ГА, так и совершенствования этих методов с учетом требований современности.

Анализируя социально-демографические, профессиональные и психологические характеристики лиц, проходящих обследование у психолога ЦВЛЭК ЦКБ ГА, нельзя не учитывать специфику деятельности ЦВЛЭК как высшей, центральной экспертной комиссии. Сам факт прохождения медицинского освидетельствования в ЦВЛЭК определяет наличие «отягощенного» анамнеза: от возраста освидетельствуемого лица, до наличия диагнозов различного рода, ставящих под сомнение целесообразность допуска к летной работе. Очевидно, что выше обозначенное обстоятельство не может не накладывать отпечаток на когнитивные и индивидуально-психологические особенности наших обследуемых.

Поэтому полученные в ходе нашего исследования данные, безусловно, обрисовывают лишь общие тенденции индивидуально-психологических и когнитивных особенностей летного персонала, но не могут быть экстраполированы на всю генеральную совокупность.

Однако, даже с учетом выше названной специфики, наметился круг основных проблем, с которыми сталкиваются психологи ВЛЭК в своей работе:

- ограничения в применении отдельных психодиагностических методик, продиктованные спецификой экспертизы;
- необходимость применения дополнительных оценочных средств в связи с эффектом тренированности в интернет-ресурсах;
- необходимость более активного применения проективных тестовых методик как средства подтверждения и уточнения данных, получаемых с помощью вербальных тестов;
- потребность в обращении к результатам обследований прошлых лет с целью контроля динамики.

Отдельное внимание хотелось бы уделить последнему вопросу, так как его решение прямо или косвенно способно помочь решению ряда других.

В наш век компьютеризации, когда, с одной стороны, компьютерная техника становится все более доступной (и по финансам, и по общей подготовленности сотрудников), а с другой – увеличиваются возможности хранения и обмена информацией в электронном формате, раскрываются огромные возможности объединения информации психологического обследования в рамках освидетельствования лётного персонала в региональных ВЛЭК в едином электронном формате.

Первая попытка создания подобной единой системы осуществляется на базе ЦВЛЭК в период 2013–2017 гг. психологом ЦВЛЭК. Это был достаточно непростой путь, когда первые два года эксперимента методом проб и ошибок разрабатывалась логика учета и хранения получаемой информации. Затем система психологического обследования была реализована в психодиагностической компьютери-

зированной оболочке «Psychometric Expert», представляющей собой многофункциональное открытое рабочее место психолога.

Создание единой системы психологического обследования в оболочке «Psychometric Expert» обеспечивает три основные функции:

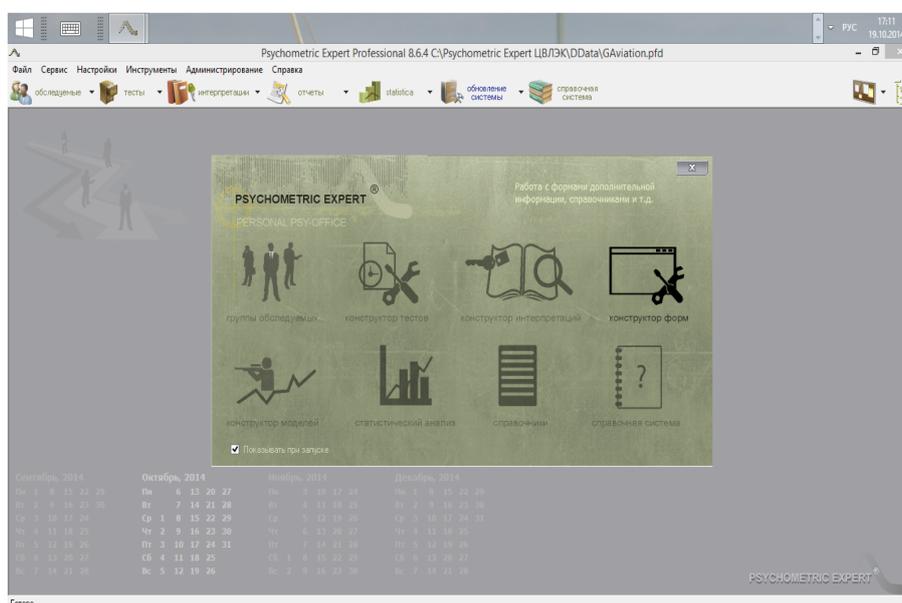
1 Фиксация и хранение результатов психодиагностического обследования для всех лиц, проходящих освидетельствование как в ЦВЛЭК, так и региональных ВЛЭК.

2 Автоматизация заключения психолога. Унификация его формы и основных оцениваемых параметров.

3 Создание единой эмпирической базы лётного персонала ГА, позволяющей осуществлять качественные научно-исследовательские мероприятия, не требующие при этом дополнительных временных затрат на сбор фактического материала.

Рассмотрим, как эти и многие другие возможности обеспечения рабочего места авиационного психолога могут быть разработаны в многофункциональной открытой оболочке «Psychometric Expert».

На рисунке 1 мы приводим общий интерфейс программы, который в самом сжатом виде информирует о предлагаемых им функциях.



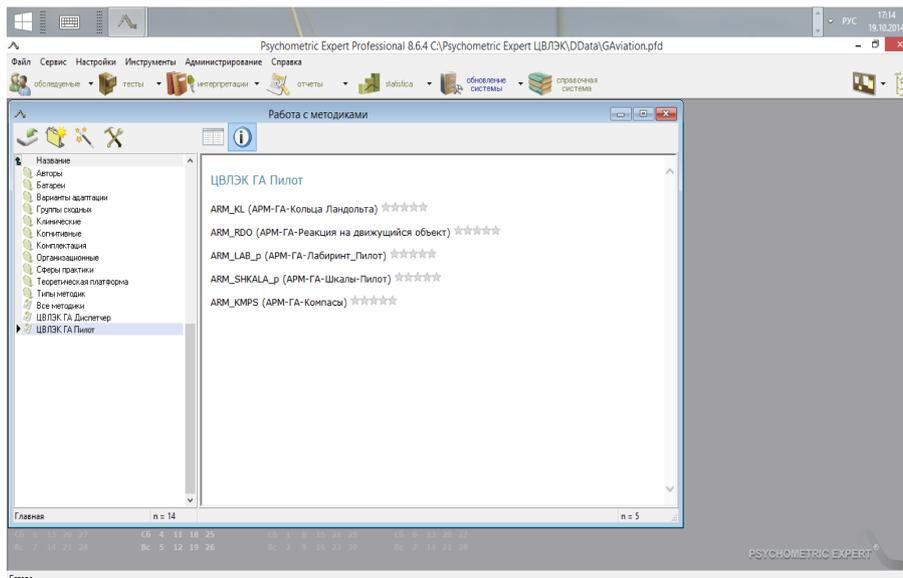
**Рисунок 1 – Общий интерфейс программы «Psychometric Expert»**

Организация рабочего места авиационного психолога начинается с создания блоков (батарей) психодиагностических методик, применяемых для оценки профессионально значимых качеств обследуемого авиационного персонала. На рисунке 2 мы приводим иллюстрацию созданного нами блока психодиагностических методик в компьютерном классе психолога ЦВЛЭК ГА (интересующая нас категория обследуемых «Пилоты» выделена голубой линией курсора в левом поле рабочего окна программы, тогда как в правом в качестве примера отражаются методики комплекса когнитивных проб).

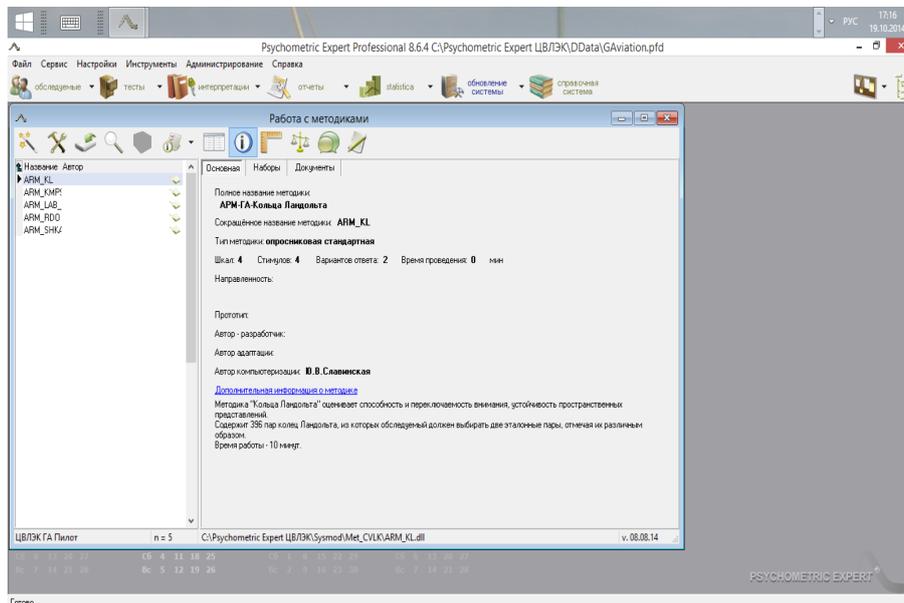
При выделении курсором интересующей нас методики в левом поле, в правом отображается ее описательная информация, которую мы можем сформулировать в удовлетворяющем нас объёме.

Важно понимать, что данная программа не случайно звучит как «открытая психодиагностическая оболочка» – в этом её основное преимущество по сравнению с многочисленными аналогами: мы можем добавлять в нее через «Конструктор методик» те тесты, результаты которых мы считаем целесообразным фиксировать, но ранее они ещё не были реализованы в программе. Причём, в случае необходимости мы можем разработать тест полностью, а можем остановиться лишь на той его части, которая позволяет фиксировать уже обработанные в других системах данные.

На следующем этапе создания рабочего места авиационного психолога ГА создается непосредственно база обследуемых лиц. При этом, как мы видим, психолог располагает возможностью вести единую базу; но за счёт ресурсов программы и фиксации необходимой информации он так же может сделать запрос по любому из учитываемых им признаков обследуемого контингента. Так, в ходе нашего



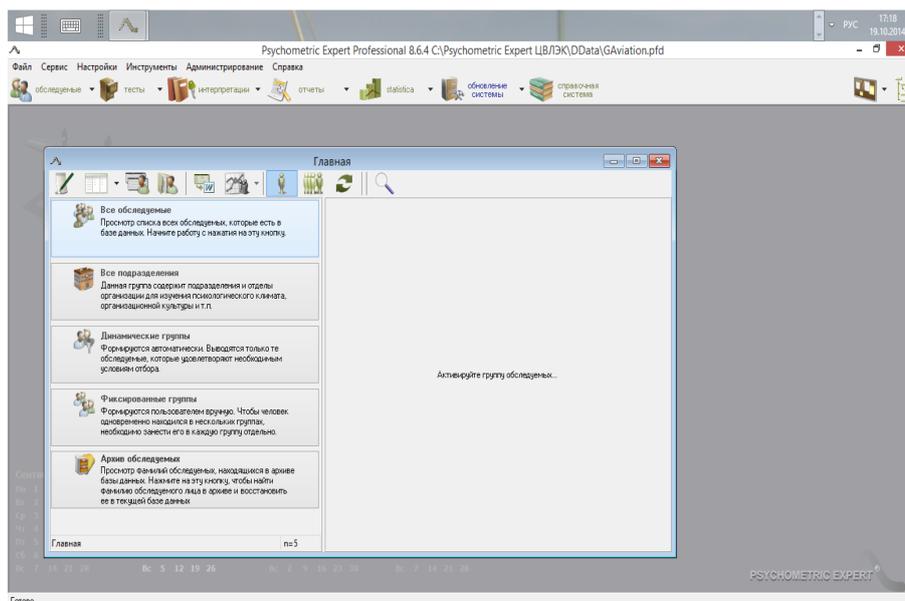
*Рисунок 2 – Создание блоков психодиагностических методик для освидетельствования авиационного персонала ГА*



*Рисунок 3 – Пример описания одной из методик, сконструированной в программе*

эмпирического исследования мы создавали «Динамические группы» «Пилот» и «Диспетчер». Интересно, что программа самостоятельно выбрала из своей базы лиц, которые уже проходили обследование до начала эксперимента и удовлетворяли нашим требованиям.

Регистрация обследуемого в программе предполагает заполнение так называемой «Формы обследуемого», которую авиационный психолог разрабатывает самостоятельно с учётом специфики анализируемой информации. Имея в виду реализацию основной задачи – диагностики профессионально значимых качеств пилота ГА. Авиационный психолог должен предусмотреть все необходимые для анализа характеристики обследуемого. Именно по этим характеристикам можно будет в дальнейшем осуществлять статистический анализ, доказывающий научную значимость выявляемых параметров оценки или целесообразность применения той или иной методики. В нашем случае это: Ф.И.О., полная дата рождения, образование, категория (пилот, диспетчер, бортпроводник, абитуриент и др.), национальность (родной язык). Так же мы предлагаем фиксировать информацию организационного характера: дата обследования; психолог, проводящий обследование – в этом случае мы всегда сможем в любой момент ознакомиться с прежними результатами на данного обследуемого, а также узнать, какой именно специалист



**Рисунок 4 – Создание базы обследуемых ЦВЛЭК ЦКБ ГА**

его освидетельствовал. Кроме того, в качестве эксперимента мы предлагаем фиксировать такую информацию на лётный состав как стаж лётной деятельности; налёт часов; тип воздушного судна; компания, в которой летает обследуемый; его профессиональный статус (линейный пилот или пилот коммерческой авиации, второй пилот или командир воздушного судна и др.).

Подобная информация имеет ценность с точки зрения как минимум двух направлений:

1 Принятие решения об отсутствии отклонений от допустимой нормы и качеств, препятствующих выполнению профессиональных обязанностей, принимается на основании действующего руководства. Однако авиационный психолог всегда должен учитывать более точную информацию: уровень требований компании, интенсивность и дальность полетов; тип воздушного судна, налёт часов – как профессиональный опыт и т.д.

2 Наличие информационной базы, доступной для статистической обработки, заметно выигрывает, если она может «посмотреть» закономерности распределения параметров в зависимости от узкопрофессиональных характеристик.

Например, мы можем проанализировать выраженность профессионально значимых качеств летного персонала с учетом стажа; налёта; учебного заведения, где проходил обучение; сравнить преобладающие качества второго пилота и пилота КВС и т.д.

Таким образом, разработанная нами единая база данных обследуемых позволяет:

- 1) проводить обследования и контролировать динамику возможных изменений профессионально значимых качеств того или иного обследуемого;
- 2) обращаться к методам статистического анализа имеющихся данных без каких-либо дополнительных процедур;
- 3) автоматизировать большую часть итогового заключения на обследуемого;
- 4) объединить в одной среде информацию об обследованиях во всех экспертных комиссиях и сделать её доступной к анализу при каждом очередном освидетельствовании.

## Список литературы

1. Покровский Б.Л. Психологический отбор в авиации. Сб. тезисов к 80-летию проф. Разсолова Н.А. Кафедра авиационной и космической медицины ГОУ ДПО РМА ПО.
2. Козлов В.В. Человеческий фактор: история, теория и практика в авиации. – М.: Полиграф, 2002.
3. Кубов В.И., Кубова Р.М. Обучающая модель исследования работы сердца как импульсной системы // Образовательные ресурсы и технологии. – 2013. – № 2 (3). – С. 40–51.
4. Психологический отбор в опасных профессиях: три приоритета для пилота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aviapanorama.ru/tag/v-p-selivanov/>

5. Руководство по психологическому обеспечению отбора, подготовки и профессиональной деятельности летного и диспетчерского состава Гражданской Авиации РФ. Ч. 1–5. Введено в действие с 01.01.2001. В соответствии с ФАП «Медицинское освидетельствование летного, диспетчерского состава, борпроводников, курсантов и кандидатов, поступающих в учебные заведения гражданской авиации» (Приказ ФАС России от 17.02.98 № 42).

### USING MULTIFUNCTIONAL COMPUTER ENVIRONMENT “PSYCHOMETRIC EXPERT” IN MEDICAL PSYCHOLOGIST’S AUTOMATIZED WORKSTATION (CENTRAL MEDICAL BOARD OF CIVIL AVIATION CENTRAL CLINICAL HOSPITAL)

**Slavinskaya Yu.V.,**

*PhD in Psychology, Associate Professor,*

*e-mail: slavinskay\_yulya@mail.ru,*

*Associate Professor of Humanities Department of Moscow Witte University,*

*Medical Psychologist of Central Medical Aviation Expert Board of Civil Aviation*

*The article views peculiarities of multifunctional computer environment “Psychometric Expert” for organizing medical psychologist’s automatized workstation in civil aviation. It reveals the specificity of working with piloting staff as well as the technology of working in this electronic medium. The article gives conclusion about the value of a united database of examinees for optimizing medical psychologist’s work in this sphere.*

**Keywords:** civil aviation, medical psychologist, united database, informational environment, automatized working space

## ТЕХНОЛОГИИ КОММУНИКАЦИЙ РУБЕЖА XIX–XX ВЕКОВ И СОВРЕМЕННАЯ ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ИСТОРИЧЕСКИЕ АНАЛОГИИ

**Забелин Павел Викторович,**

канд. ист. наук, преподаватель,

e-mail: antidoto2008@yandex.ru,

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение города Москвы  
«Политехнический колледж им. Н.Н. Годовикова», г. Москва

*В статье рассматривается воздействие технологий коммуникации на социальное развитие рубежа XIX–XX веков и начала XXI века. Сделан вывод о том, что прогресс технологий на протяжении этих двух временных отрезков привел к аналогичным последствиям. Результатом развития средств коммуникации стала трансформация социальных институтов, демократизация или дестабилизация существующих политических режимов. Возникновение новых средств коммуникации на рубеже XIX–XX веков предшествовало формированию современного информационного общества.*

**Ключевые слова:** модернизация, технологии коммуникаций, средства массовой информации, сетевое общество

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-39-43

Колесница, которая несется на полной скорости – этот образ древнеиндийского эпоса использовал американский социолог Энтони Гидденс для описания современного постиндустриального общества [2, с. 294]. Однако ускоряющийся прогресс, все больше ускользающий из-под нашего контроля, свойственен не только началу XXI столетия, но и более ранней эпохе. Вполне возможно провести аналогию между модернизационными процессами на рубеже XIX–XX веков и современностью, когда научно-технический прогресс оказывает порой непредсказуемое влияние на все сферы общественной жизни. Можно возразить: но ведь современное общество прогрессирует во многом благодаря развитию информационных технологий, а цифровые средства коммуникации стали неотъемлемой частью жизни современного общества; ни с чем подобным еще столетие назад человечество не сталкивалось. И все-таки существует немало аналогий между современной эпохой интернета и цифровых коммуникаций и периодом конца XIX–начала XX веков. Именно тогда человечество впервые столкнулось с неуправляемыми последствиями развития коммуникационных технологий, объединявших человечество в единую сеть, а именно: ускоренное строительство железных дорог, телеграфных линий и распространение средств массовой информации. Влияние этих инноваций на социальные отношения было ничуть не меньшим, чем воздействие Интернета, социальных сетей или криптовалют на социально-экономическое развитие современности. При этом возникновение новых технологий на рубеже XIX–XX веков и в цифровую эпоху привело к аналогичным последствиям. Анализ этих аналогий составляет предмет данной статьи.

Для начала выделим основные линии сравнения, по которым можно сопоставить два изучаемых типа общества: общество рубежа XIX–XX веков и общество современной цифровой экономики. Согласно официальному определению, закрепленному в «Стратегии развития информационного общества Российской Федерации», под цифровой экономикой понимается «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых, по сравнению с традиционными методами хозяйствования, позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи товаров и услуг» [5]. Цифровая экономика является одним из атрибутов информационного общества, под которым понимается «общество, в котором информация и уровень её применения и доступности кардинальным образом влияют на экономические и социокультурные условия жизни граждан» [5].

Информация в современном обществе превратилась в один из факторов производства, а свободный доступ к ней является одной из главных черт современного постиндустриального общества. В упо-

мянутом выше документе отмечено, что «электронные СМИ, информационные системы, социальные сети <...> стали частью повседневной жизни россиян», а пользователями российского сегмента сети Интернет в 2016 году являлись более 80 млн человек [5]. При этом на 1 россиянина приходится в среднем 2 абонентских номера мобильной связи, к электронной сети предоставления государственных и муниципальных услуг подключились более 34 млн россиян [5]. Коммуникационные технологии «стали частью современных управленческих систем во всех отраслях экономики, сферах государственного управления, обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка» [5]. В глобальном масштабе информационные и коммуникационные технологии распространяются с невероятной скоростью. В начале XXI века количество пользователей сети Интернет увеличилось с первоначальных 350 млн до более чем двух миллиардов, численность абонентов сотовой связи превысила шесть миллиардов (при первоначальном количестве 750 млн) [7, с. 3]. Инструменты передачи, обработки и распространения информации стали тем самым базисом, на котором развивается современное общество. Новые технологии оказывают преобразующее влияние на все современные социальные институты, при этом «наиболее важной ролью коммуникационных технологий станет их участие в изменении степени концентрации власти и её перераспределении от государств и общественных институтов к гражданам» [7, с. 5].

Заглянем, однако, в не столь далекое прошлое – период конца XIX–начала XX веков, когда в европейских странах уже завершилось оформление индустриального общества, а Россия переживала ускоренный процесс модернизации. И здесь мы можем заметить, что уже тогда человечество столкнулось с невероятно быстрым развитием технологий, обеспечивающих связь отдельных личностей, социальных групп, стран и регионов, ускоренное перемещение товаров и информации. Речь идет о повсеместном распространении СМИ, телеграфа и железных дорог. Именно эти технологии открыли человечеству «дорогу в современность» [6], радикальным образом изменили экономические и социальные отношения и вызвали цепочку непредсказуемых и неуправляемых изменений. Железные дороги и телеграф «создали первую инфраструктуру квазиглобальной сети коммуникации, обладающей возможностью самостоятельного изменения своей конфигурации, возможностью перенастройки» [3, с. 40].

Можно выделить несколько черт сходства, характерных для коммуникативных технологий рубежа XIX–XX веков и современных цифровых технологий. Это очень быстрое распространение (распространение «вширь» – охват все больших территорий и людей, распространение «вглубь» – техническое, качественное совершенствование). К чертам сходства можно также отнести влияние на социальные институты, которое привело к их радикальной трансформации. Технологии могли служить средством укрепления либо дестабилизации существующей власти. Они могли способствовать укреплению вертикального взаимодействия в системе правящей государственной власти и в то же время обеспечивали функционирование системы горизонтальных связей в рамках гражданского общества. Технические инновации второй половины XIX–начала XX веков способствовали формированию устойчивых социальных связей, неподконтрольных государству.

Упомянутые перемены можно рассмотреть на примере Российской империи, которая на рубеже XIX–XX веков находилась «на пути в современность» и переживала процесс ускоренной модернизации. Два типа технологий оказали существенное влияние на социально-экономическое развитие страны в этот период: развитие путей сообщения (железные дороги) и распространение телеграфа и печатных СМИ.

Во второй половине XIX века Россия переживала настоящий «железнодорожный бум». Ускоренное строительство железных дорог преобразовало не только экономику страны, способствуя экономическому сближению регионов, ускорению перемещения товаров и изменению цен. Железная дорога во многом изменила социальные отношения, стимулировала рост социальной мобильности.

Увеличение протяженности железных дорог во второй половине XIX века демонстрировало не менее низкие темпы роста, чем распространение цифровых технологий в наше время. В период с 1865 по 1890 протяженность железных дорог в России возросла более чем в 7 раз [4, с. 553]. При этом формирование железнодорожной сети шло крайне неравномерными темпами. Можно выделить 2 волны «железнодорожного бума»: конец 1860-х–начало 1870-х и вторая половина 1890-х. Развитие новых путей сообщения способствовало резкому увеличению социальной мобильности: если в 1868 году железные дороги перевезли 10,4 млн пассажиров, то в 1881 – 34,4, а в 1904 – 123,6 млн [4, с. 554]. Таким

образом, к началу XX века железная дорога стала вполне привычным для россиян средством передвижения, оказав существенное влияние на трансформацию социальных отношений.

Железнодорожный транспорт способствовал стиранию социальных и географических границ, преобразуя крайне разнородное население империи в единое целое. Железнодорожные вагоны и вокзалы стали местом пересечения людей различных сословий, классов и национальностей: «в местах, принадлежащих системе железных дорог, социально-пространственные границы между различными статусными группами должны были быть более проницаемы, чем за пределами этого индустриального мира» [6, с. 225]. Таким образом, железные дороги, как и социальные сети в современном постиндустриальном обществе, способствовали интенсификации контактов различных социальных групп. В то же время, столкновение представителей различных сословий, классов и этносов в рамках железнодорожной сети приводило к осознанию «инаковости», отличия социальных групп друг от друга. Этому способствовало прежде разделение пассажиров на классы по имущественному признаку. Дифференциация пассажиров по классам свидетельствовала о формировании нового типа стратификации – на смену сословному обществу, структура которого определялась формально установленными государственными нормами, пришло классовое, структурированное по экономическому принципу.

Возникновение железнодорожной сети способствовало также рационализации и стандартизации пространственно-временного восприятия. Железная дорога подчиняла пользователей строгому временному графику, заставляя следовать централизованно установленному расписанию. Подобное отношение ко времени не было свойственно людям традиционных обществ, которые не знали точных единиц для измерения времени. Во многом благодаря возникновению железнодорожных сетей государствам индустриальной эпохи пришлось решать проблему местного времени и часовых поясов, что было особенно актуально для таких крупнейших стран, как США и Россия.

Железная дорога имела также важное политическое значение и «была инструментом власти в руках не знающей жалости государственной власти» [6, с. 445]. Именно поэтому в ходе революций 1905 и 1917 годов особое значение придавалось установлению контроля над сетью железных дорог. Исход политической борьбы в ходе революционных событий нередко зависел от того, какие силы руководят работой железнодорожной сети. Так, например, подавление вооруженного восстания в Москве в декабре 1905 и беспорядков в Сибири во многом было обеспечено ускоренной переброской верных правительству войск по железным дорогам. Отстранение Николая II от власти в марте 1917 года во многом зависело от позиции руководства министерства путей сообщения и железнодорожников, отвечавших за перемещение царского поезда и войск, направленных на подавление беспорядков в Петрограде. Как отмечал известный исследователь истории российских железных дорог Ф.Б. Шенк, «опыт польского восстания 1863 года и покушений террористов на царский поезд Александра II открыли правительству собственную уязвимость, модерную ахиллесову пяту режима» [6, с. 497].

Таким образом, железные дороги можно рассматривать как один из примеров технологии, которая используется как средство укрепления существующего режима и в то же время может стать средством его дестабилизации.

Еще один институт, предшествовавший наступлению современной эпохи цифровых сетей, – средства массовой информации. Появление в европейских странах книгопечатания и газет способствовало ускоренному распространению информации. СМИ в короткое время втянули в орбиту своего влияния огромные массы людей, способствуя их вовлечению в обсуждение общего круга тем. Появление книг и печатных СМИ предшествовало возникновению современного сетевого, информационного общества. Как отмечал Бенедикт Андерсон, «книга была первым промышленным товаром массового производства современного стиля» [1, с. 56]. На протяжении XVI столетия в Европе было издано от 150 до 200 млн томов книг, в то время как за последние 40 лет XV века – примерно 20 млн томов [1, с. 56]. Печатное слово довольно быстро превратилось в инструмент массовой пропаганды. Так, опубликованные в 1517 году «95 тезисов против индульгенций» Мартина Лютера «в течение 15 дней были увидены во всех уголках Германии», а сам Лютер «стал первым автором бестселлеров, известным в качестве такового» [1, с. 62]. Как известно, воздействие этой агитации на умы европейцев привело глобальным переменам не только для европейского континента, но и для мира в целом. В эпоху Нового времени распространение печатных СМИ способствовало процессу консолидации наций и европейских нацио-

нальных государств. Влияние на общество первых массово распространяемых печатных текстов можно сравнить с воздействием социальных сетей и других интернет-ресурсов на политические процессы в современных государствах.

Появление новых средств коммуникации и в прошлом, и в эпоху современной цифровой экономики оказало двойственное влияние на политическую систему. Новые технологии коммуникаций использовались как для укрепления существующей власти, так и для противостояния правящим структурам, что отражено в исследовании Мануэля Кастельса «Власть коммуникации» [3]. Зачастую современные государства оказываются неспособны «контролировать глобальные сети богатства, силы и информации» [3, с. 329]. Технологии коммуникаций оказали настолько мощное воздействие на общество и государство с современной эпоху, что допустимо использование термина «сетевое общество» [3, с. 37]. М. Кастельс определяет сеть как «совокупность взаимосвязанных узлов», причем в социальной жизни «сети представляют собой коммуникативные структуры» [3, с. 37]. Сеть представляет собой совокупность узлов, объединенных потоками информации. Как отмечает М. Кастельс, сети не являются специфическим атрибутом XXI века. Даже в античном обществе существовали некоторые черты сетевой глобализации, объединяющей локальные сообщества Средиземноморья в единое целое [3, с. 38]. Однако специфика сетевого общества на досовременном этапе заключается в том, что горизонтальные сети, основанные на децентрализованном регулировании отношений, «в условиях доэлектронной коммуникационной технологии оказываются менее эффективны, чем вертикально организованные командно-административные структуры» [3, с. 39]. Только благодаря появлению современных коммуникативных технологий оказалось возможным включение в состав сетей новых структур, автономных от существующих центров власти. В условиях индустриального общества коммуникативные технологии были «недостаточно мощными», поэтому общество «было структурировано преимущественно вокруг крупных, вертикально управляемых организаций и предельно централизованных иерархических государственных институтов» [3, с. 40]. В отличие от предшествующей индустриальной эпохи сетевым сообществам современности свойственны гибкость, масштабируемость, живучесть [3, с. 40]. Самым классическим институтом современного сетевого общества, основанного на горизонтальных сетях, можно считать Интернет, «крупнейший в истории анархистский эксперимент», «крупнейшее в мире самоуправляемое пространство» [7, с. 3].

Подводя итог, следовало бы отметить, что прогресс технологий коммуникации на рубеже XIX–XX веков и в начале XXI века способствовал расширению процесса глобализации и формирования « сетевого общества», объединяя с единое целое представителей разных социальных групп и этносов. Сопоставление последствий, вызванных прогрессом средств коммуникации на протяжении указанных периодов, способствует пониманию и, отчасти, прогнозированию процессов, происходящих в современном обществе.

### Список литературы

1. *Андерсон Б.* Воображаемые сообщества. Размышления об истоках и распространении национализма. – М.: КАНОН-пресс-Ц, Кучково поле, 2001. – 288 с.
2. *Гидденс Э.* Последствия современности. – М.: Праксис, 2011. – 352 с.
3. *Кастельс М.* Власть коммуникации. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. – 564 с.
4. *Ленин В.И.* Развитие капитализма в России / В.И. Ленин. Полное собрание сочинений. Изд. 5. Т. 3. – М.: Политиздат, 1971. – 792 с.
5. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/> (дата обращения: 12.02.2018).
6. *Шенк Ф.Б.* Поезд в современность. Мобильность и социальное пространство России в век железных дорог. – М.: Новое литературное обозрение, 2016. – 584 с.
7. *Шмидт Э., Коэн Д.* Новый цифровой мир. Как технологии меняют жизнь людей, модели бизнеса и понятие государств. – М.: ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2013. – 251 с.

COMMUNICATION TECHNOLOGIES OF THE TURN OF XIX–XX CENTURIES  
AND THE MODERN DIGITAL ECONOMY: HISTORICAL ANALOGIES

**Zabelin P.V.,**

*Candidate of Historical Sciences, Lecturer,  
e-mail: antidoto2008@yandex.ru,  
N.N. Godovikov Polytechnic College*

*The article discusses the impact of communication technologies on the social development of XIX–XX century and early XXI century. It is concluded that the progress of technology over the two time periods led to similar consequences. Result of the development of communication media has been the transformation of social institutions, democratization or destabilization of existing political regimes. Emergence of new means of communication at the turn of XIX–XX centuries was preceded by the formation of a modern information society.*

**Keywords:** modernization, technologies of communication, media, network society

УДК 62.50

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ РАЗНОРОДНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Галаев Сергей Алексеевич,

канд. техн. наук, доцент кафедры математики и информатики,

e-mail: [galaev.sergey@mail.ru](mailto:galaev.sergey@mail.ru),

Московский университет имени С.Ю. Витте, г. Москва, Россия,

Военная академия РВСН имени Петра Великого, г. Балашиха, Россия

*В статье предложен подход совместной обработки информации различного вида для решения задачи оценивания состояния сложных систем. Предложенный подход основан на применении положений математической информатики, теории нечетких множеств, теории ультраоператоров.*

**Ключевые слова:** ультраоператор, сведение об объекте, информация, совместная обработка, регуляризация, информационная избыточность

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-44-48

### *Введение*

**В** настоящий момент в эпоху стремительного развития современных технологий во всех сферах человеческой деятельности приходится иметь дело с новыми перспективными объектами, обладающими рядом особенностей. Они:

- функционируют в пространстве и времени;
- способны к самостоятельному выбору своего поведения;
- выполняют свои функции в условиях многообразия источников некорректности, воздействия факторов различной природы, в том числе складывающейся метеообстановки;
- работают с использованием информации цифровых карт местности для ориентации в пространстве;
- выполняют задачи дистанционно в отрыве от наблюдателя;
- оснащены системами «технического зрения».

В целом такие объекты представляют собой сложные, непредсказуемые, интеллектуализированные системы. Яркими представителями являются различные робототехнические системы, беспилотные летательные аппараты и другие.

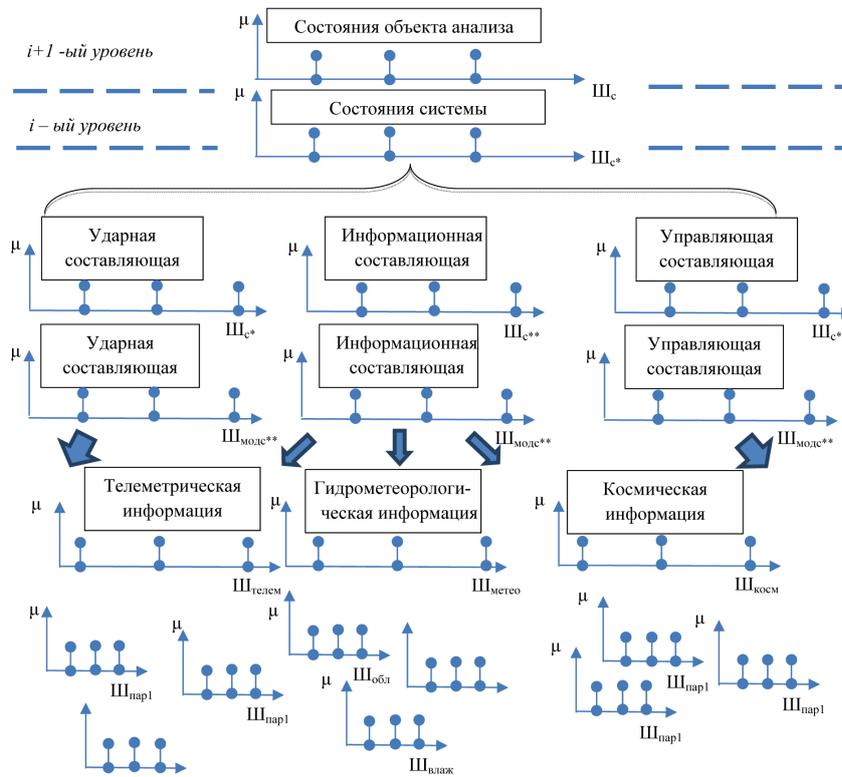
С целью осуществления контроля состояния таких объектов применяются системы оценивания состояния. При штатном функционировании робототехнических систем используются штатные алгоритмы обработки и анализа получаемой информации. Дополнительная информация, которая все же имеется, как правило, не используется. В случае возникновения нештатных ситуаций, задача оценивания решается методом регуляризации, заключающемся в привлечении дополнительной информации об искомом решении.

При этом пространство дополнительно привлекаемых сведений – регуляризаторов – имеет бесконечную размерность. Фактически имеется очень большое количество источников информации. Возникает задача управления этими регуляризаторами, заключающаяся в выборе наиболее подходящего регуляризатора в соответствии с заданными критериями, а также совместной обработке имеющихся и дополнительно привлеченных сведений. Обеспечить корректность решения задачи становится все сложнее. С учетом вышеизложенного, актуальной является задача разработки научно-методического подхода совместной обработки и анализа информации различного вида.

### *1 Общая схема решения задачи оценивания состояния сложных объектов*

С целью формализации задачи использовались положения математической информатики [1, 5], теории ультрасистем [5]. Общая схема решения данной задачи представлена в виде иерархической структуры, принцип функционирования которой приведен на рисунке 1. Пусть заданы  $i+1$  последова-

тельных уровней иерархии. На соответствующих шкалах заданы решетки понятий. При этом информация на более высоком уровне иерархии есть результат преобразования информации более низкого уровня с помощью соответствующих ультраоператоров.



**Рисунок 1 – Преобразование измерительной информации, заданной на соответствующих шкалах**

Решение задачи поиска необходимой информации заключается в нахождении требуемой точки в пространстве регуляризаторов. При этом регуляризаторы могут быть базовыми и функциональными, представляющими собой элементы баз данных и баз знаний (элементы, методы, алгоритмы, правила и т.д.).

Порядок функционирования представленной системы оценивания состояния сложных объектов приведен в [3, 4]. Однако информация об объекте носит различный характер, в том числе может оказаться семантической. Актуальным является вопрос совместной обработки информации различного вида.

**2 Совместная обработка информации различного вида**

Рассмотрим вопрос синтеза ультраоператора анализа при наличии сведений, представляемых на различных шкалах: дискретной и непрерывной. Как правило, такая ситуация может сложиться на низших уровнях иерархической структуры системы оценивания – уровне измеряемых параметров. Возникает вопрос совместной обработки результатов измерения, представляемых на различных шкалах. Например, пусть имеется ряд дополнительных сведений об одном объекте:  $\delta_{o1}(x_o)$  и  $\delta_{o2}(x_o)$  (рисунок 2). При этом  $\delta_{o2}(x_o) = \delta_1(x_o) \cap \delta_2(x_o) \cap \delta_3(x_o)$ .

Пусть информация на самом верхнем уровне представлена с использованием дискретной шкалы. Следовательно, для совместной обработки (обеспечения единой шкалы сравнения) необходимо привести сведение  $\delta_{o2}(x_o)$  к единому виду (к дискретному).

В [2] приведено обоснование применения теории нечетких множеств с целью повышения достоверности контроля. С учетом этого в качестве основного формального математического аппарата предлагается использовать ее основные положения.

Важным понятием теории нечетких множеств является понятие лингвистической переменной, введенной впервые Л.А. Заде. Такие переменные позволяют адекватно отразить приблизительные словесные описания предметов и явлений в том случае, когда точное детерминированное описание

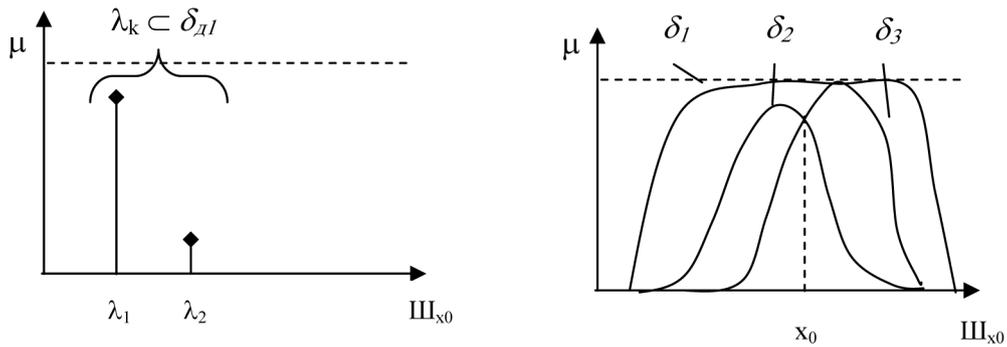


Рисунок 2 – Дополнительные сведения на дискретной и непрерывной шкалах

отсутствует. Под лингвистической переменной понимают набор  $(X, T(x), U, G, M)$ , где  $X$  – название переменной;  $T(x)$  – терм-множество или множество названий лингвистических значений переменной  $X$  (причем каждое из таких значений является переменной  $X$  со значениями из универсального множества  $U$  с базовой переменной  $u$ );  $G$  – синтаксическое правило, порождающее название  $X$  значений переменной  $x$ ;  $M$  – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной  $X$  ее смысл  $M(x)$ , т. е. нечеткое подмножество  $M(x)$  универсального множества  $U$ . Конкретные названия  $X$ , порожденные синтаксическим правилом  $G$ , называют термом. На практике, как правило, имеют дело с терм-множеством небольшой размерности, поэтому целесообразно просто перечислить элементы терм-множества  $T(x)$  и установить прямое соответствие между каждым элементом и его смыслом.

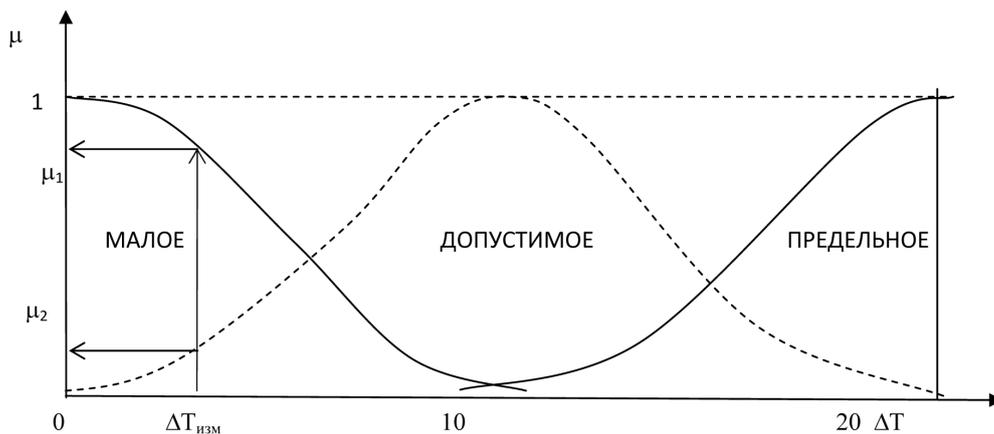


Рисунок 3 – Элементы терм-множества

Для пояснения вышесказанного рассмотрим пример. Пусть анализируется температура в отсеке летательного аппарата (рисунок 3), номинальное значение которой и допустимое абсолютное отклонение от номинала составляют соответственно 293 К и 20 К. Тогда в качестве лингвистической переменной  $X$  выберем абсолютное отклонение температуры от номинального значения, областью определения которой является числовой интервал  $\Delta T = [0, 20]$ . Исходя из требований к точности описания, зададимся терм-множеством  $T(x)$  лингвистической переменной: {малое, допустимое, предельное}, с соответствующими функциями принадлежности. Примем, что функция принадлежности является адаптивной и конкретное ее значение определяется измеренным значением температуры.

Тогда измерение  $\Delta T_{изм}$  позволит построить нечеткое множество лингвистической переменной абсолютное отклонение температуры от номинального значения в виде

$$A = \{\mu_1/\text{малое}, \mu_2/\text{допустимое}, \mu_3/\text{предельное}\}.$$

Таким образом, для решения задачи совместной обработки количественной и качественной измерительной информации будем использовать теорию нечетких множеств с ее лингвистическими переменными и функциями принадлежности. С их помощью реализуется так называемый нечеткий канал наблюдения, позволяющий на основе одного проведенного измерения получать набор значений функций принадлежности для выбранных термов. Для совместной обработки различного рода информации

необходимо привести ее к одному виду. Так как семантическую информацию представляется возможным формализовать с помощью теории нечетких множеств, то есть представить в нечетком виде, то, следовательно, и имеющуюся количественную измерительную информацию необходимо представить в нечетком виде. При этом возникает вопрос выбора типа и параметров функций принадлежности, который рассмотрен и по которому разработаны рекомендации в [3].

Известен [3] порядок обработки информации с применением нечеткого условного вывода. Его основу составляют следующие процессы: фаззификация, нечеткий условный вывод, дефаззификация. Целью фаззификации является представление четко заданных сведений с помощью функций принадлежности, задаваемых на непрерывных шкалах. Нечеткий условный вывод позволяет обработать информацию, полученную на первом шаге. На этапе дефаззификации осуществляется обратный переход от нечеткого представления сведения к четкому.

Рассмотрим возможности совместной обработки количественной и качественной информации при использовании аппарата теории нечетких множеств. Общая схема ее представлена на рисунке 4.

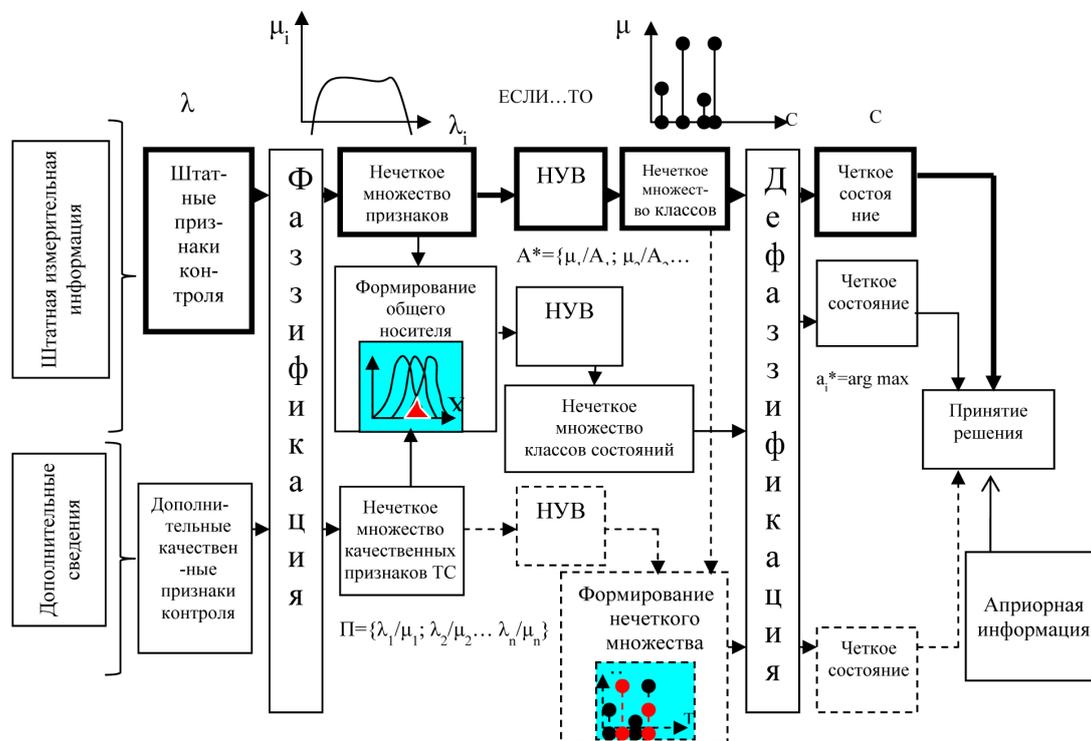


Рисунок 4 – Общая схема совместной обработки количественной и качественной измерительной информации

На рисунке 4 представлены следующие пути решения задачи.

Во-первых, выделенными прямоугольниками показан традиционный метод решения задачи контроля состояния объектов с использованием нечеткой меры. Во-вторых, обычными прямоугольниками представлен метод, основанный на формировании обобщенного насыщенного носителя измерительной информации, включая качественную, на этапе фаззификации. Здесь насыщенный носитель представляет собой результирующее нечеткое множество признаков состояний, образованное в результате обработки количественной и качественной информации. Далее осуществляется нечеткий условный вывод с помощью продукционных правил «ЕСЛИ...ТО...» и получение нечеткого множества классов состояний. Затем происходит процесс дефаззификации одним из существующих методов, получение конкретного четкого состояния и принятие решения.

В-третьих, пунктирными прямоугольниками представлен метод, основанный на раздельной обработке четкой и нечеткой информации и формировании насыщенного носителя на этапе дефаззификации. Данный метод неэффективен с точки зрения оперативности, поэтому в дальнейшем изложении не рассматривается.

В нашем случае сведение  $\delta_{o_2}(x_{\theta})$  представлено с помощью соответствующих функций принадлежности и этап фаззификации уже пройден.

Таким образом, с целью совместной обработки двух дополнительных сведений  $\delta_{o_1}(x_{\theta})$  и  $\delta_{o_2}(x_{\theta})$  целесообразно над сведением  $\delta_{o_2}(x_{\theta})$  провести нечеткий условный вывод и дефаззификацию одним из существующих многочисленных способов. При этом учитывать, что фаззификация сведения уже проведена (каждый из лингвистических термов сведения представлен с помощью функций принадлежности).

Данное преобразование приведет к обеспечению единства шкал сравнения сведений между собой, что позволит решить задачу анализа.

### Заключение

Предложенный научно-методический подход позволит осуществлять регуляризацию задачи оценивания состояния сложных систем в условиях разнородности представления дополнительно привлекаемых сведений, что с практической точки зрения приведет к повышению качества решения нестандартных задач, а с научной – может внести вклад в теорию контроля и прогнозирования сложных объектов и ситуаций.

### Список литературы

1. *Андрашитов Д.С.* и др. Модели и технологии управления в социально-экономических системах: монография / Д.С. Андрашитов, С.А. Галаев, М.А. Зайцев, И.М. Казеев, С.Н. Маликов, А.С. Рудько, И.Е. Сафонова, Г.Г. Тельнов. – М.: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2017.
2. *Галаев С.А.* К вопросу повышения качества оценивания состояния сложных технических систем в условиях информационной избыточности. Нейрокомпьютеры и их применение: тезисы докладов. 2017. – С. 54.
3. *Кукушкин С.С., Потюпкин А.Ю., Антипов В.А.* Метод построения ультраоператора комплексной обработки информации дистанционного мониторинга // Измерительная техника. – 2009. – № 8. – С. 31.
4. *Потюпкин А.Ю.* Научно-методические основы решения задач анализа состояния объектов ракетно-космической техники в условиях неопределенности: монография. – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2003.
5. *Потюпкин А.Ю., Чечкин А.В.* Интеллектуализация сложных технических систем: монография. – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2013.
6. *Чечкин А.В., Пирогов М.В.* Интеллектуализация сложной системы как средство обеспечения ее информационно-системной безопасности // Фундаментальная и прикладная математика. – 2009. – Т. 15. – №3. – С. 225–239.

## SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO STATE ESTIMATION OF COMPLEX OBJECTS UNDER THE CONDITIONS OF HETEROGENEITY OF MEASUREMENT INFORMATION

**Galaev S.A.,**

*Candidate of Technical Sciences,*

*Associate Professor of the Department of Mathematics and Informatics,*

*e-mail: galaev.sergey@mail.ru,*

*Moscow University named after Witte, Moscow,*

*Military Academy of Strategic Missile Forces named after Peter the Great, Balashikha*

*In the article, the proposed approach is joint processing of information of various kinds to solve the problem of state estimation of complex systems. The proposed approach is based on the application of the provisions of mathematical computer science, fuzzy set theory, theory of ultra-operators.*

**Keywords:** ultra operator, information about the object, information, joint processing, regularization, information redundancy

## МЕТОДИКА СИНТЕЗА УЛЬТРАОПЕРАТОРА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ

Галаев Сергей Алексеевич,

канд. техн. наук, доцент кафедры математики и информатики,

e-mail: galaev.sergey@mail.ru,

Московский университет имени С.Ю. Витте, г. Москва, Россия,

Военная академия РВСН имени Петра Великого, г. Балашиха, Россия

*В статье на основе информационного подхода предложена методика синтеза ультраоператора анализа состояния сложных объектов в условиях информационной избыточности с применением положений математической информатики с целью решения проблемы обработки больших объемов данных в нештатных ситуациях.*

**Ключевые слова:** ультраоператор, сведение об объекте, информация, совместная обработка, регуляризация, информационная избыточность, нештатная ситуация

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-49-55

Современный этап развития передовых технологий привел к появлению особенных объектов, с которыми приходится иметь дело в любой сфере жизнедеятельности человека. Примерами таких объектов могут быть различного рода робототехнические системы, способные к самостоятельному выбору своего поведения, функционирующие в условиях воздействия факторов различной природы, представляющие собой непредсказуемые, интеллектуализированные системы, обладающие «техническим зрением», использующие навигационные карты для ориентации в пространстве.

В процессе работы таких систем необходимо также осуществлять контроль их текущего состояния с целью его определения и дальнейшего учета при управлении данными системами. Для этой цели существуют системы оценивания состояния объектов. Необходимо учитывать, что системы оценивания состояний именно таких объектов должны иметь намного больше степеней свободы по сравнению с объектом, подвергаемым контролю, т.е. быть интеллектуальнее, что способствовало бы парированию возникающих при контроле неопределенностей. При этом говорить целесообразнее об определении функциональных состояний таких систем. Под функциональным состоянием будем понимать категорию, отражающую способность системы выполнять заданные функции с требуемым качеством. Например, состояние  $s_1$  – способность робототехнической системы выполнять задачи по целевому предназначению.

Традиционная постановка задачи определения состояния объекта контроля представлена в [4]. Однако перечисленные выше особенности современных робототехнических систем являются дополнительными факторами, приводящими к повышению вероятности возникновения нештатных ситуаций (НШС). Методом решения НШС является метод регуляризации задачи, т.е. привлечение дополнительной информации об искомом решении. Именно при возникновении НШС система оценивания состояния вынуждена функционировать в условиях информационной избыточности – речь идет о гигабайтах совершенно разнородной, разноплановой, разноформатной, информации, получаемой от различных источников и обладающей различным качеством [2]. Возникает проблема обработки и анализа больших объемов данных с целью выбора дополнительного источника информации, обеспечивающего решение задачи оценивания состояния сложной системы с требуемым качеством.

Наличие такого огромного и разнопланового объема информации переводит ее в разряд так называемых данных «Big Data» – больших данных, что ставит под сомнение работоспособность системы оценивания состояния таких сложных систем. Возникающие в этом случае проблемные вопросы, такие как обеспечение требуемых критериев по оперативности, достоверности и информативности не могут быть решены, так как сама задача оценивания состояния переходит в совершенно другой класс задач – NP-полных, т.е. задач, которые не решаются простым перебором.

При работе с большим объемом данных применяется известный метод, основанный на положениях математической информатики [1, 6], связанный с представлением получаемых измерений в виде информации о них с определенной достоверностью.

В условиях наличия огромных объемов разнородных не только традиционных данных, поступающих с сенсоров робототехнических систем, но и с учетом нетрадиционных: о метеоусловиях, фото- и видеоданных, о режимах работы, корректности выполнения заложенной программы действий и т.д., целесообразно воспользоваться данными положениями и теорией ультрасистем [5]. Тогда постановка задачи выглядит следующим образом.

Дано: 1. На базе опорных множеств  $X, Y$  заданы ультрамножества возможных состояний  $X^*$  и признаков состояний  $Y^*$  с комплексными ультраоснащениями как декартовы произведения соответствующих опорных множеств, решеток понятий и достоверностей

$$X^* = D_x \times P_x \times X;$$

$$Y^* = D_y \times P_y \times Y.$$

2. Ультраоператор контроля объекта в виде

$$C^* : X^* \rightarrow Y^*,$$

отображающий информацию о состояниях объекта в информацию о наблюдаемых признаках соответствующих состояний

$$J_x(x_0) \rightarrow J_y(y_0),$$

где  $J(x) = F[\Delta(x_0)]$ ,  $J_y(y_0) = F[\Omega(y_0)]$  – результаты логической обработки соответствующий данных.

3. Заданы структуры данных в виде

$$\Delta(x_0) = \{(\mu)\delta(x_0)\} \subset X^*, \quad \Omega(y_0) = \{(\mu)\beta(y_0)\} \subset Y^*.$$

4. Известно множество регуляризаторов – операторов со значениями в  $S$ :

$$\{R\} : U \rightarrow X$$

для некоторого вспомогательного множества  $U$ . При этом  $\{R\} \rightarrow \infty$ .

5. Показатели и критерии:

Оперативность –  $T \leq T_{\text{треб.}}$

Достоверность –  $D \geq D_{\text{треб.}}$

Информативность –  $Q \geq Q_{\text{треб.}}$

Требуется: синтезировать ультраоператор анализа

$$C^{-1*} : J_y(y_0) \rightarrow J_x(x_0)$$

как оператор отображения информации о признаках состояний в информацию о состояниях объекта анализа, удовлетворяющее заданным критериям. Другими словами, необходимо сформировать из множества всевозможных регуляризаторов  $\{R\}$  подмножество  $\{R^*\}$  регуляризаторов, удовлетворяющее заданным критериям.

Рассмотрим пути решения поставленной задачи. При этом будем учитывать, что модель технологии будет представлять собой совокупность некоторых процессов обработки информации, объединенных общей целью, заданной соответствующими показателями. Примем также, что оперативность анализа достигается путем его автоматизации, а достоверность и информативность являются непротиворечивыми требованиями.

Пусть задан оператор контроля в виде  $Cx=y$ , на основе которого построен ультраоператор  $C^* : X^* \rightarrow Y^*$ , отображающий информацию о причинно-следственной связи  $X \rightarrow Y : J_x(x_0) \rightarrow J_y(y_0)$ . Тогда анализатором является ультраоператор  $C^{-1*} : J_x(x_0) \leftarrow J_y(y_0)$ , отображающий информацию о следствиях в информацию о причинах, их порождающих, при условии, что уравнение контроля  $Cx=y_0$  имеет единственное решение  $x_0$ . Если информации  $J_x(x_0)$  и  $J_y(y_0)$  заданы совершенными носителями  $\Delta(x_0)$ ,  $\Omega(y_0)$ , состоящими из сведений  $\delta(x_0)$ ,  $\beta(y_0)$ , определенных на соответствующих решетках понятий  $P_x$ ,  $P_y$  с образующими  $\Pi_x$ ,  $\Pi_y$  и атомами  $\lambda \subset \Pi$ , то условие ультраанепрерывности выполняется и существует единственное решение  $x_0$ . Однако, в силу специфики обратных задач и влияния различных источников некорректности и, как следствие, проявления НШС, носитель информации  $\Delta(x_0)$  не является совершенным (насыщенным). Поэтому требуется введение специального оператора – регуляризатора  $R : U \rightarrow X$  для базового оператора  $C : X \rightarrow Y$  в точке  $x_0 \in X$ , если определено множество  $G \subset U$  такое, что  $R(G) = K$ , где  $K$  – множество корректности по А.Тихонову. При этом элементы  $u \in U$  – так называемые управления

или параметры регуляризации. Элементы  $x \in X$  вида  $x = Ru$  являются регуляризованными. Уравнение контроля  $Sx = y$  представляется в этом случае в виде  $Sru = y$ ,  $u \in G$ ,  $y \in Y$  с прежней правой частью. Тогда по каждому сведению  $\beta(y_0) \in \Omega(y_0)$  будем искать сведение  $\delta(x_0) \in \Delta(x_0)$  уже среди регуляризованных элементов, для чего достаточно целенаправленно менять управления в области  $G \subset U$  с тем, чтобы  $Sru \in \beta(y_0)$ . Регуляризованные элементы  $\delta = \{x = Ru : Cru \in \Omega(y_0)\}$  будут образовывать в совокупности так называемый совершенный носитель информации о решении  $x_0$ , а семейство отдельных операторов  $\{r\}$  будет определять ультраоператор анализа  $S^{-1*}$ . Таким образом, решение задачи достигается целенаправленным привлечением таких дополнительных сведений, добавление которых к имеющейся информации о точке  $x_0$  полностью задавало бы эту точку. Для решения задачи требуется осуществить выбор регуляризатора как множества дополнительных сведений о решении и определить порядок их использования – параметры регуляризации. Следует отметить, что привлечение дополнительного сведения для формирования насыщенного носителя информации целесообразно только тогда, когда оно может быть сравнимо с имеющимися, т.е. они относятся к одному и тому же объекту  $\delta \subset X$ . При этом сравнение может вестись как по общности, так и по достоверности. Таким образом, для формирования насыщенного носителя информации требуется осуществить выбор дополнительных сведений из огромного их разнообразного количества, привести их к единой шкале сравнения.

Необходимо учитывать, что:

- для решения задачи необходимо определить одну или несколько шкал сравнения, на которых сведения могут быть сравнимы по какому-либо признаку. При этом основной шкалой выступает шкала образующих решетки входного ультрамножества, а остальные выступают в качестве промежуточных. Предполагается, что среди промежуточных шкал основное место должна занять шкала, формируемая непосредственно из опыта по результатам контроля объекта. В терминах проведенной постановки задачи в качестве шкал выступают образующие решетки. Следует отметить, что требование эквивалентных шкал справедливо для сравнения сведений, как по общности, так и по достоверности;

- привлечение дополнительного сведения для формирования насыщенного носителя информации целесообразно только тогда, когда оно может быть сравнимо с имеющимися, т.е. они относятся к одному и тому же объекту  $\delta \subset X$ . При этом сравнение может вестись как по общности, так и по достоверности.

Рассмотрим пример реализации данных правил.

Пусть о некотором объекте известно сведение  $\delta_1(x_0) = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7\}$  с решеткой достоверности, заданной в нечетком виде на дискретной шкале (рисунок 1). При этом это сведение является базовым и накладывает ограничения на возможные результаты решения (например, множество состояний объекта контроля, виды робототехнических систем и т.д.). При этом элементы шкалы выражены на естественном языке в виде понятий. Таким образом, областью определения возможных решений задачи контроля будет область, обозначенная на шкале фигурными скобками.

Известен [3] метод синтеза ультраоператора для решения задачи анализа (определения атома решетки  $P_x$ ) с учетом возникающей неопределенности за счет различных факторов. Особенностью предложенного в [3] метода синтеза ультраоператора анализа является представление всех сведений об объекте на соответствующих решетках понятий с решетками достоверностей, заданных в нечетком виде функциями принадлежности на непрерывной шкале. Задача решается в условиях неопределенности,

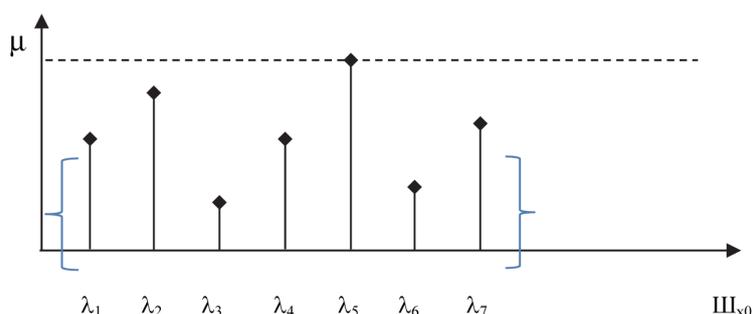


Рисунок 1 – Базовое сведение с решеткой достоверности, заданной в нечетком виде

когда информации для принятия решения не хватает, по одним и тем же полученным признакам контроля не может быть принято устойчивое решение. При этом формируется базовое сведение, указывающее область определения возможных решений. Суть метода заключается в реализации оператора конъюнкции (дизъюнкции) сведений, что в математической информатике равносильно нахождению минимума (максимума) функции при пересечении сведений. Путем сужения области поиска (в конечном счете, до точки) в рамках ограничений области определения находится устойчивое решение задачи анализа.

Однако интерес представляет вопрос решения задачи анализа объекта при возникновении нештатных ситуаций (НШС) в условиях, когда объемы дополнительно привлекаемой информации велики, т.е. в условиях информационной избыточности. Под НШС в данном случае будем понимать ситуацию, при которой по результатам контроля определяется атом (атомы) шкалы понятий  $\lambda_{\text{ншс}}$  соответствующей решетки понятий  $P_x$ , такой (такие) что  $\lambda_{\text{ншс}} \notin \delta_{\text{арг}}(x_0)$ . При этом сведения об объекте задаются в нечетком виде на дискретной шкале понятий.

Пусть по результатам контроля получено сведение об объекте (рисунок 2):

$$\delta_k(x_0) = \{\lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}\}.$$

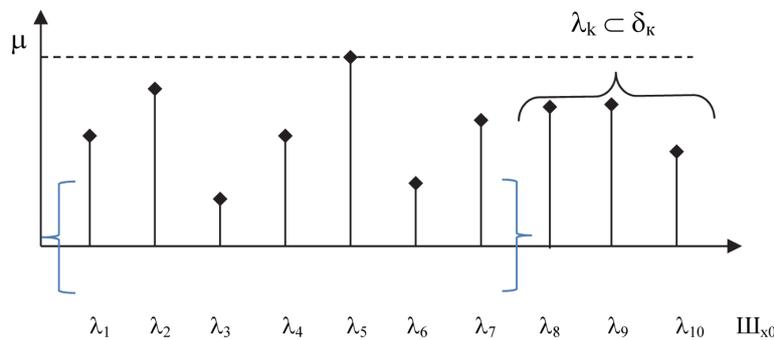


Рисунок 2 – Распределение достоверностей на шкале

При этом достоверность высказывания «Состояние объекта принадлежит атому  $\lambda_k$ » равны:

$$\begin{aligned} \mu(\lambda_8/x_0) &= 0,8; \\ \mu(\lambda_9/x_0) &= 0,8; \\ \mu(\lambda_{10}/x_0) &= 0,6. \end{aligned}$$

Тогда, следуя известному методу, получаем:

$$\delta_{\Sigma}(x_0) = \delta_1(x_0) \cap \delta_k(x_0) = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7\} \cap \{\lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}\} = \emptyset.$$

Налицо отсутствие решения (множества не пересекаются – решений нет), классифицируемое как появление НШС.

Таким образом, пространство возможных решений расширяется, выходит за априорные ограничения по области определения, в решетке понятий добавляются дополнительные атомы  $\lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}$ .

Требуется решить задачу анализа и определить методом регуляризации устойчивое решение. По результатам контроля имеем факт реализации атома  $\lambda_9$  или  $\lambda_8$ , так как операции пересечения в теории нечетких множеств соответствует операция  $\min$ , а операции объединения –  $\max$ , то достоверность сведения определяется как

$$\mu(\delta_k) = \max [\mu(\lambda_k, x_0), \lambda_k \subset \delta_k].$$

В результате задача анализа однозначно не решена в силу невозможности принятия однозначного решения. Требуется регуляризовать задачу. При этом следует понимать, что привлекаемые дополнительные сведения могут способствовать определению как апостериорно полученных атомов  $\lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}$ , так и априорно заданных  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7$ .

С целью регуляризации данной задачи допустим, что об объекте  $x_0$  получено следующее дополнительное сведение:

$$\delta_2(x_0) = \{\lambda_8, \lambda_9\}$$

с соответствующими значениями достоверности, равными 0,8 и 0,2 соответственно (рисунок 3).

Дополнительное сведение изменяет априорное распределение и формирует вторичное распределение достоверностей (рисунок 4):

$$\delta_{\Sigma 1}(x_0) = \delta_{\Sigma}(x_0) \cap \delta_2(x_0) = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}\} \cap \{\lambda_8, \lambda_9\} = \{\lambda_8, \lambda_9\}.$$

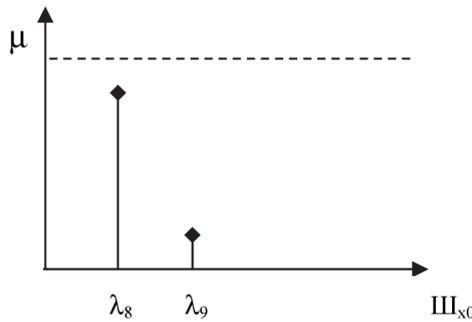


Рисунок 3 – Дополнительное сведение

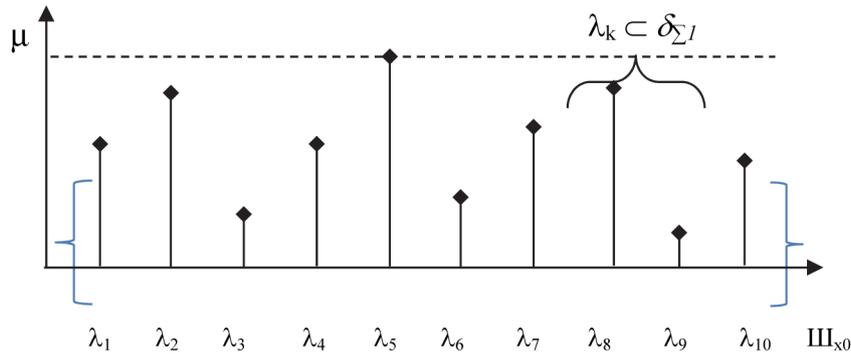


Рисунок 4 – Вторичное распределение

При этом количество информации  $J_k$ , полученной по  $k$ -тому элементу шкалы, может быть рассчитано следующим образом [3]:

$$J_k = n \cdot Napr - \sum_{i=1}^n Naps_i,$$

где  $Napr$ ,  $Naps_i$  – априорная и апостериорная неопределённости,  $n$  – число сведений, относящихся к  $k$ -тому элементу шкалы.

Следовательно, количество информации об элементе шкалы определяется в первую очередь числом относящихся к нему сведений, и во вторую – распределением достоверностей.

Количество информации, получаемое на верхнем уровне иерархии, будет являться суммой информации, получаемой из различных сведений:

$$J_{\Sigma} = J_{\text{дон1}} + J_{\text{дон2}} = \{H[X(x_0)] - H[\delta_2(x_0)]\} + \{H[X(x_0)] - H[\delta_3(x_0)]\}.$$

Таким образом, осуществляется формирование насыщенного носителя информации  $\Delta(x_0)$  за счет синтеза ультраоператора под задачу.

Общая схема решения задачи представлена на рисунке 5.

Приведем общую методику синтеза ультраоператора анализа при возникновении НШС:

1. Выявление признака возникновения НШС путем сравнения полученного в результате контроля и априорно заданного сведений (сравнение по общности).
2. Расширение области определения возможных решений (подмножества  $\delta \subset X$ ).
3. Привлечение дополнительного сведения.
4. Определение иерархического уровня, способа задания дополнительного сведения (тип шкалы: дискретная или непрерывная).
5. Определение общности привлекаемой информации: числа элементов решеток сведений, относящихся к каждому атому верхней решетки (релевантности привлеченного сведения).
6. Определение достоверности привлекаемой информации.
7. Определение количества информации, принесенного дополнительным сведением.
8. Определение соответствия привлекаемого сведения (вносит изменения или нет, какое количество информации приносит).

9. Принятие решения о включении привлеченного дополнительного сведения в процесс формирования насыщенного носителя информации.

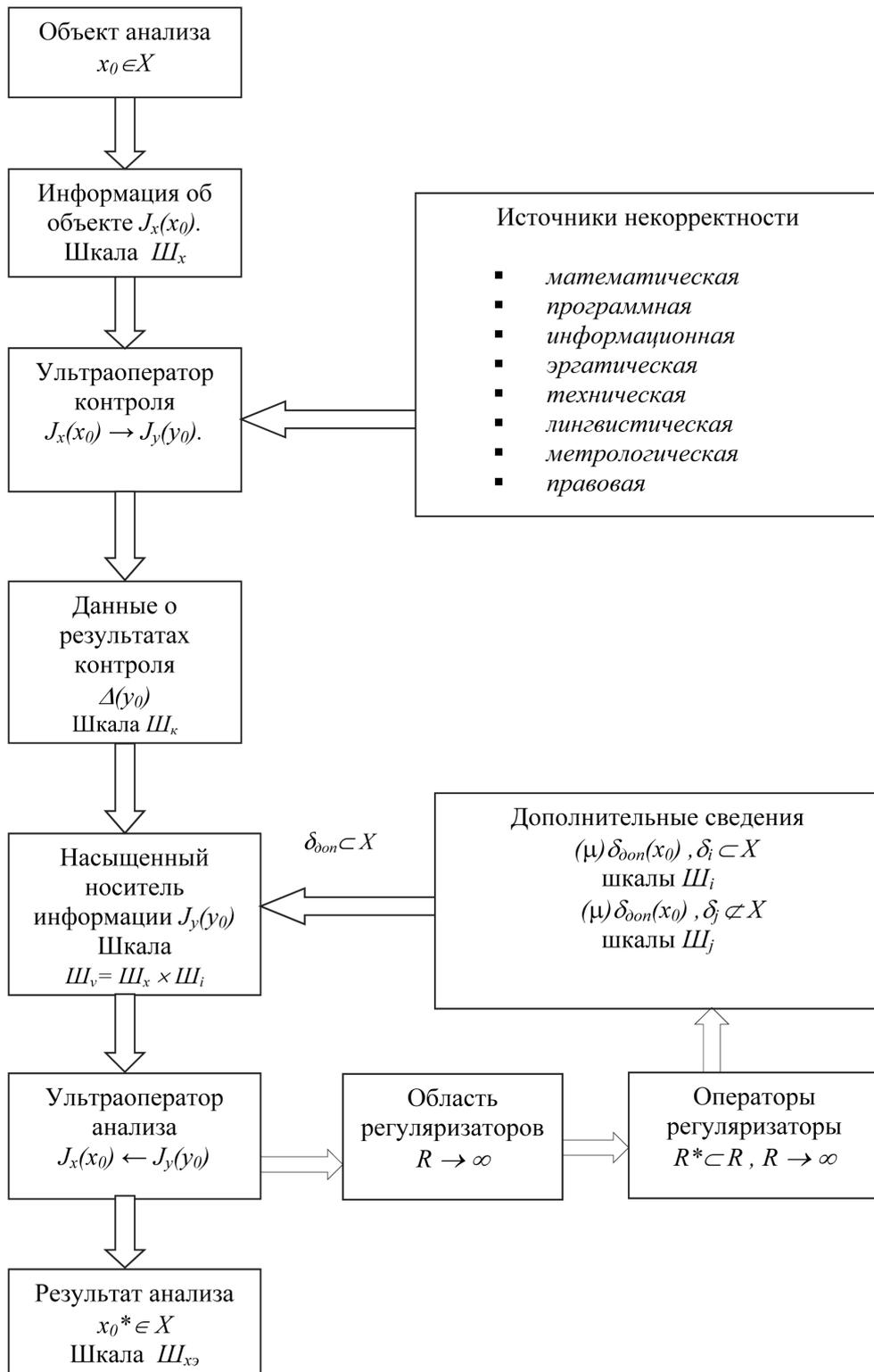


Рисунок 5 – Общая схема решения задачи анализа

В результате регуляризации должна быть решена задача идентификации НШС или классификации. При этом в случае небольшого количества дополнительных источников информации задача может быть решена путем простого перебора. Если источников дополнительной информации большое количество, стремящееся к бесконечности, то требуется проведение дальнейших исследований по выбору наиболее релевантных в соответствии с обозначенными критериями.

Таким образом, с практической точки зрения предложенная методика позволит решать задачу оценивания состояния сложных объектов при возникновении нештатных ситуаций в условиях информационной избыточности. При этом за счет использования положений математической информатики, теории ультрасистем предоставляется возможным привести информацию любого вида к единому виду, представив ее на соответствующих шкалах с решетками достоверностей.

С точки зрения науки предложенная методика вносит вклад в теорию контроля сложных объектов в нештатных ситуациях.

### Список литературы

1. *Андрашитов Д.С. и др.* Модели и технологии управления в социально-экономических системах: монография / Д.С. Андрашитов, С.А. Галаев, М.А. Зайцев, И.М. Казеев, С.Н. Маликов, А.С. Рудько, И.Е. Сафонова, Г.Г. Тельнов. – М.: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2017.
2. *Галаев С.А.* К вопросу повышения качества оценивания состояния сложных технических систем в условиях информационной избыточности. Нейрокомпьютеры и их применение: тезисы докладов. 2017. – С. 54.
3. *Кукушкин С.С., Потюпкин А.Ю., Антипов В.А.* Метод построения ультраоператора комплексной обработки информации дистанционного мониторинга // Измерительная техника. – 2009. – № 8. – С. 31.
4. *Потюпкин А.Ю.* Научно-методические основы решения задач анализа состояния объектов ракетно-космической техники в условиях неопределенности: монография. – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2003.
5. *Потюпкин А.Ю., Чечкин А.В.* Интеллектуализация сложных технических систем: монография. – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2013.
6. *Чечкин А.В., Пирогов М.В.* Интеллектуализация сложной системы как средство обеспечения ее информационно-системной безопасности // Фундаментальная и прикладная математика. – 2009. – Т. 15. – №3. – С. 225–239.

### THE TECHNIQUE OF SYNTHESIS OF ULTRAPURITY ANALYSIS OF COMPLEX OBJECTS IN ABNORMAL SITUATIONS

**Galaev S.A.,**

*Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Mathematics and Informatics,  
e-mail: galaev.sergey@mail.ru,  
Moscow Witte University, Moscow,*

*Military Academy of Strategic Missile Forces named after Peter the Great, Balashikha*

*In article on the basis of the information approach the proposed method of synthesis of ultrapurity analysis of complex objects in terms of information redundancy with application of the provisions of mathematical Informatics, with the aim of solving the problem of processing large amounts of data in emergency situations.*

**Keywords:** ultramarathon, information about the object, information, joint processing, regularization, information redundancy, contingency

УДК 531.383

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Чуб Елена Григорьевна,**  
*ассистент кафедры высшей математики,*  
*e-mail: elenachub11@gmail.com,*  
*ДГТУ, Ростов-на-Дону*

*В статье представлена впервые построенная стохастическая модель движения гиросtabilизированной платформы, позволяющая решить проблему контроля параметров железнодорожного пути на основе использования высокоточной инерциальной навигационной системы.*

**Ключевые слова:** инерциальная навигационная система, гиросtabilизированная платформа, параметры Родрига-Гамильтона

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-56-64

**Б**езопасность движения железнодорожного транспорта в настоящее время тесно связана с внедрением инерциальных технологий. Эффективность методов наблюдения за развитием дефектов пути и прогнозирования их состояния повышается за счет увеличения числа инерциальных элементов и систем, устанавливаемых на путеизмерительных средствах. В путеизмерительной технике наиболее перспективным является использование инерциальных навигационных систем (ИНС), построенных на основе гиросtabilизированной платформы. Несмотря на несомненные преимущества таких ИНС при их использовании в составе подвижных измерительных систем актуальной является проблема точности измерений навигационных приборов, работающих в условиях действия внутренних шумов и внешних возмущающих воздействий.

В данной статье представлена полученная впервые стохастическая модель движения гиросtabilизированной платформы, которая может быть использована в подвижных измерительных системах, обеспечивающих безопасность движения железнодорожного транспорта.

Новая модель позволяет решить проблему контроля параметров железнодорожного пути за счет использования инерциальных технологий.

Преимущества данной модели:

- представление вектора состояния ИНС в параметрах Родрига-Гамильтона в форме «объект-наблюдатель» позволяет сократить приборный состав и упрощает использование современных субоптимальных методов обработки информации и управления в подвижных измерительных системах;
- применение субоптимальных алгоритмов обеспечивает точность более высокого порядка решения задачи начальной ориентации ИНС подвижной измерительной системы в условиях действия возмущений, что улучшает качество определения параметров железнодорожного пути.

### *Инерциальные технологии при определении параметров рельсового пути*

Инерциальные методы применяются при определении таких параметров пути, как:

- ширина рельсовой колеи;
- просадки рельсовых нитей;
- взаимное положение рельсовых нитей по высоте (поперечный уровень);
- рихтовка или стрелы изгиба в плане от несимметричной хорды;
- уклон продольного профиля оси пути;
- перекосы пути на базе ходовой тележки (короткие неровности);
- перекосы пути на базе кузова вагона-лаборатории (длинные неровности);
- кривизна пути в плане.

Развитие инерциальных технологий идет по двум направлениям: использование бескарданных инерциальных навигационных систем (БИНС) и гиросtabilизированной платформы (ГСП).

К потенциальным преимуществам БИНС относятся [4]: отсутствие сложной электромеханической системы, уменьшение габаритов, массы и энергопотребления, повышение надежности и ремонтнопригодности, сокращение времени начальной выставки, повышение универсальности системы, меньшая стоимость системы, упрощение решения задачи резервирования и контроля работоспособности системы и ее элементов, отсутствие ошибок, обусловленных погрешностями стабилизации гироплатформы и неточностью изготовления карданова подвеса. В то же время БИНС обладает значительным перечнем недостатков, а именно:

- высокие требования, предъявляемые к точности чувствительного элемента и диапазону изменения измеряемых параметров;
- значительно больший объем вычислений, вызванный необходимостью аналитического моделирования опорной системы координат и преобразования сигналов акселерометров и гироскопов;
- сложность считывания выходных сигналов при большом диапазоне их измерения;
- дополнительные трудности калибровки чувствительного элемента в связи с изменением ориентации их осей чувствительности по отношению к направлению вектора силы тяжести;
- отсутствие совершенных методов начальной ориентации (выставки) и калибровки системы.

Кроме того, при непосредственном креплении чувствительных элементов на путеизмерительном вагоне-лаборатории они подвергаются более сильным возмущающим воздействиям, чем при установке их на гиросtabilизированную платформу (ГСП).

Использование в составе измерительных комплексов навигационных систем на основе гиросtabilизированной платформы обеспечивает наличие следующих преимуществ:

- высокоточную начальную ориентацию ИНС подвижной измерительной системы;
- обеспечение решения задачи навигации подвижной измерительной системы в условиях значительных перегрузок;
- обеспечение для чувствительных элементов, размещенных на ГСП, точность измерений на 2–3 порядка выше по сравнению с чувствительными элементами, расположенными непосредственно на подвижной измерительной системе;
- использование вычислителей с меньшей производительностью, а за счет этого более стойких к внешним возмущениям.

Анализ этих направлений показывает, что для путеизмерительной техники **наиболее перспективным** является использование инерциальных навигационных систем, построенных на основе **гиросtabilизированной платформы**.

#### *Построение модели движения гиросtabilизированной платформы*

Из них наиболее обоснованной теоретически и проработанной экспериментально является модель скорости ухода, полиномиально зависящая от ускорений [1, 5]

$$\omega_{yx} = R - U_z g_y + U_y g_z - U_x g_x + (K_{zz} - K_{yy}) g_z g_y + K_{zy} g_y^2 - K_{yz} g_z^2 + K_{zx} g_x g_y - K_{xy} g_x g_z + W.$$

Однако ее непосредственное применение для определения ориентации навигационной системы не позволяет проанализировать изменения во времени скорости дрейфа ГСП в зависимости от перегрузок, что необходимо в ряде практически важных случаев.

Для решения этой задачи введем в рассмотрение следующие правые системы координат (рисунок 1) [1]:

$O\xi\eta\zeta$  – невращающуюся (инерциальную) правую СК (ИСК)  $I$ ;

$ONLE$  – астрономическую правую СК (АСК)  $T$ , связанную с Землей, начало которой совпадает с центром подвеса платформы;

$OXYZ$  – гироскопическую правую СК (ГСК)  $J$ , связанную с платформой;

$Ox_yz_i$  – правую СК, связанную с  $i$ -м гироскопом платформы, имеющим кинетический момент  $H_i$  (рисунок 2).

Для большей наглядности анализа движения некорректируемой платформы положим, что в начальный момент времени соответствующие орты первых трех СК совпадают (рисунок 1) – как показа-

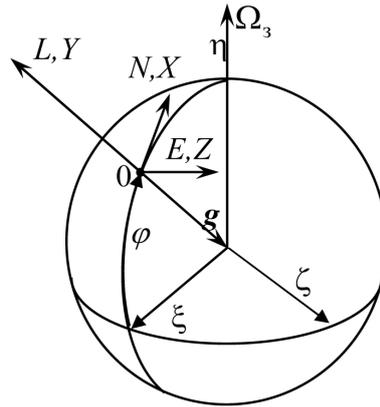


Рисунок 1 – Исходная ориентация систем координат

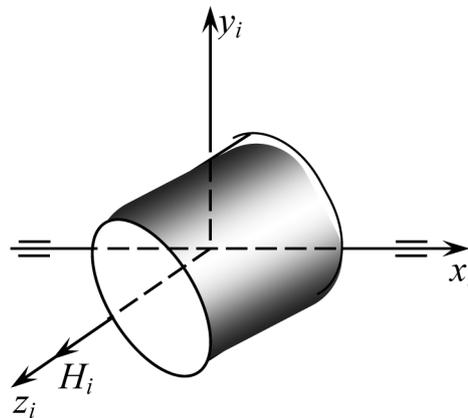


Рисунок 2 – К определению уходов гироскопов

но далее, это не вносит принципиальных изменений в построение модели движения гиросtabilизированной платформы.

Движение платформы (изменение ее текущей ориентации) будем рассматривать в ИСК. Т.к. положение астрономического трехгранника в ИСК для произвольного момента времени может быть точно определено (Земля вращается с постоянной скоростью  $\Omega_3, 7,29 \times 10^{-5} \text{ рад/с}$ , широта места расположения ГСП  $\varphi$  известна, в начальный момент времени орты трехгранников совпадают), то, зная текущую ориентацию платформы в ИСК, определить ее положение в АСК не представляет никаких трудностей [3].

Используем при описании модели движения некорректируемой платформы следующие допущения, не влияющие принципиально на ход последующих построений:

- расположение гироскопов на платформе ортогональное (рисунок 3);
- скорость собственного ухода каждого гироскопа  $\omega_i$  (рисунок 3) описывается трехмерным полиномом второй степени от ускорений

$$\omega_i = R_i - U_{z_i} g_{y_i} + U_{y_i} g_{z_i} - U_{x_i} g_{x_i} + (k_{z_i z_i} - k_{y_i y_i}) g_{z_i} g_{y_i} +$$

$$+ k_{z_i y_i} g_{y_i}^2 - k_{y_i z_i} g_{z_i}^2 + k_{z_i x_i} g_{y_i} g_{x_i} - k_{y_i x_i} g_{x_i} g_{z_i}, \quad (1)$$

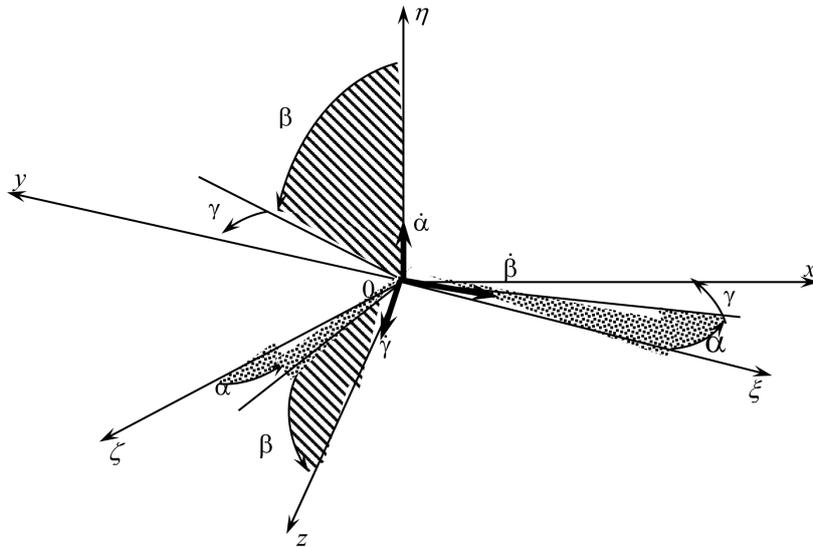
где  $g_{x_i}, g_{y_i}, g_{z_i}$  – ускорения, направленные по соответствующим осям системы координат, связанной с  $i$ -м гироскопом ( $\text{м/с}^2$ );  $i = 1, 2, 3$ ;

$R_i$  – составляющая скорости ухода  $i$ -го гироскопа, не зависящая от ускорения (рад/с);

$U_{x_i}, U_{y_i}, U_{z_i}$  – коэффициенты влияния на уход ускорений, направленных по соответствующим осям  $Ox_i y_i z_i$ , в первой степени (рад/с $\times$ г);  $k_{z_i z_i}, k_{y_i y_i}, k_{z_i y_i}, k_{y_i z_i}, k_{z_i x_i}, k_{y_i x_i}$  – коэффициенты влияния на уход ускорений во второй степени (рад/с $\times$ г $^2$ );

$g$  – ускорение земного тяготения;

- движение платформы в ИСК описывается поворотом первого рода (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Вращение гироскопического трехгранника в ИСК направленных по осям связанной с ним системы координат**

Принципиально важно отметить, что степень полинома от ускорений не оказывает принципиального влияния на дальнейшее построение и вид динамической модели движения некорректируемой платформы. Это делает возможным использование более полного учета эффекта влияния ускорений на скорость ухода за счет повышения порядка полинома вида (1), позволяя построить модель скорости собственного ухода с заданной точностью.

Полагая для ясности последующих построений гироблоки идентичными и, исходя из выражений (1) и рисунка 3, представим далее проекции абсолютной угловой скорости собственного ухода платформы трехосного гиросtabilизатора на оси ГСК  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  в виде, аналогичном (1):

$$\begin{aligned} \omega_{\bar{o}} &= R_x - U_z g_x + U_x g_z + U_y g_y + (k_{zz} - k_{xx}) g_z g_x + k_{zx} g_x^2 - k_{xz} g_z^2 - k_{zy} g_x g_y + k_{xy} g_y g_z, \\ \omega_y &= R_y - U_z g_y + U_y g_z - U_x g_x + (k_{zz} - k_{yy}) g_y g_z + k_{zy} g_y^2 - k_{yz} g_z^2 + k_{zx} g_y g_x - k_{yx} g_x g_z, \\ \omega_z &= R_z - U_x g_z + U_z g_x - U_y g_y + (k_{xx} - k_{zz}) g_x g_z + k_{xz} g_z^2 - k_{zx} g_x^2 - k_{xy} g_z g_y + k_{zy} g_y g_x, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $g_x, g_y, g_z$  – проекции ускорений на оси гироскопической системы координат,  $R_i$  – составляющие скорости ухода, не зависящие от перегрузок,  $U_i, k_{ij}$  ( $i, j = x, y, z$ ) – коэффициенты полинома скорости ухода, определяющие зависимость от ускорений в первой и второй степенях, соответственно.

Для удобства последующего вывода уравнений состояния некорректируемой платформы представим уравнения (2) в векторной форме:

$$\omega = R + U g + g^T \hat{\otimes} K g,$$

где  $K$  – блочная матрица;

$\hat{\otimes}$  – знак блочного умножения;

$$g = (g_x \quad g_y \quad g_z)^T, \quad R = (R_x \quad R_y \quad R_z)^T, \quad U = \begin{pmatrix} -U_z & U_y & U_x \\ -U_x & -U_z & U_y \\ U_z & -U_y & -U_x \end{pmatrix}, \quad K = \begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \end{pmatrix};$$

$$K_1 = \begin{pmatrix} k_{zx} & -k_{zy} & 0 \\ 0 & 0 & k_{xy} \\ k_{zz} - k_{xx} & 0 & -k_{xz} \end{pmatrix}, \quad K_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -k_{xy} \\ k_{zx} & k_{zy} & k_{zz} - k_{yy} \\ 0 & 0 & -k_{yz} \end{pmatrix};$$

$$K_3 = \begin{pmatrix} -k_{xz} & 0 & k_{xx} - k_{zz} \\ -k_{zy} & 0 & 0 \\ 0 & -k_{yx} & -k_{xz} \end{pmatrix}.$$

Для построения модели движения некорректируемой платформы необходимо определить через ее переменные текущую ориентацию ГСК относительно АСК. Для этого используют различные параметры, например, углы Эйлера-Крылова [5] и параметры Родрига-Гамильтона [5, 6]. Среди всех кинематических параметров особое место занимают параметры Родрига-Гамильтона. В отличие от углов Эйлера-Крылова эти параметры не вырождаются при любом положении твердого тела, они линейны, при их использовании отпадает необходимость в тригонометрических операциях, неизбежных при использовании углов Эйлера-Крылова. Все это значительно упрощает алгоритмы численного интегрирования кинематических уравнений [2].

В отечественной литературе аппарат параметров Родрига-Гамильтона впервые был применен в кинематике систем инерциальной навигации в работе [1], дальнейшие исследования были проведены в работах [2, 4]. Вместе с тем использование этих параметров для решения задачи ориентации некорректируемой платформы изучено в настоящее время недостаточно. В частности исследовалась возможность применения параметров Родрига-Гамильтона для решения задачи калибровки коэффициентов модели дрейфа некорректируемой ГСП. Но полученные результаты лежат в области построения детерминированных моделей вектора состояния некорректируемой платформы, которые, во-первых, не учитывают случайный характер возмущений, присутствующих в каналах измерений акселерометров, во-вторых, случайные изменения вектора  $g$ , обусловленные внутренними и внешними факторами и, в-третьих, априорно неопределенные сейсмические возмущения постоянно присутствующие на Земле и также носящие случайный характер.

Учитывая изложенные выше недостатки разработанных моделей, построим стохастический вектор состояния некорректируемой платформы с использованием параметров Родрига-Гамильтона в форме «объект-наблюдатель».

Взаимная текущая ориентация ГСК и ИСК может быть описана системой кинематических уравнений

$$\begin{pmatrix} \dot{m}_0 \\ \dot{m}_1 \\ \dot{m}_2 \\ \dot{m}_3 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -m_1 & -m_2 & -m_3 \\ m_0 & -m_3 & m_2 \\ m_3 & m_0 & -m_1 \\ -m_2 & m_1 & m_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где  $m = (m_0 \ m_1 \ m_2 \ m_3)^T$  – параметры Родрига-Гамильтона, или в векторно-матричной форме

$$\dot{m} = \frac{1}{2} \Phi(m) \omega, \quad (4)$$

где  $\Phi(m) = \begin{pmatrix} -m_1 & -m_2 & -m_3 \\ m_0 & -m_3 & m_2 \\ m_3 & m_0 & -m_1 \\ -m_2 & m_1 & m_0 \end{pmatrix}$ .

Текущую ориентацию АСК относительно ИСК также определяет вектор в параметрах Родрига-Гамильтона  $l = (l_0 \ l_1 \ l_2 \ l_3)^T$ , компоненты которого для рассматриваемого случая могут быть определены как

$$l_0 = \cos \frac{\phi}{2}, \ l_1 = p \sin \frac{\phi}{2}, \ l_2 = m \sin \frac{\phi}{2}, \ l_3 = n \sin \frac{\phi}{2}, \quad (5)$$

где  $p, m, n$  – направляющие косинусы.

В силу того, что триэдр  $T$  АСК вращается относительно триэдра  $I$  ИСК вокруг оси Мира со скоростью  $\Omega_3$ , направляющие косинусы равны

$$p = \cos \phi, \quad m = \sin \phi, \quad n = 0.$$

Следовательно, уравнения (5) можно записать в несколько ином виде

$$l_0 = \cos \frac{\Omega_\epsilon t}{2}, \quad l_1 = \cos \phi \sin \frac{\Omega_\epsilon t}{2}, \quad l_2 = \sin \phi \sin \frac{\Omega_\epsilon t}{2}, \quad l_3 = 0. \quad (6)$$

Для получения замкнутой системы уравнений движения НП определим во времени проекции вектор ускорений  $g$  на оси ГСК при известных проекциях вектора  $G$  на оси АСК.

Из матричного описания вращений следует, что

$$g = D(m)V(l)^T G, \quad (7)$$

где  $V(l) = \begin{pmatrix} 2l_0^2 + 2l_1^2 - 1 & 2l_1l_2 & -2l_0l_2 \\ 2l_1l_2 & 2l_0^2 + 2l_2^2 - 1 & 2l_0l_1 \\ 2l_0l_2 & -2l_0l_1 & 2l_0^2 - 1 \end{pmatrix}$  – матрица конечного поворота трехгранника АСК от-

носительно ИСК, записанная в параметрах Родрига-Гамильтона;

$$D(m) = \begin{pmatrix} 2m_0^2 + 2m_1^2 - 1 & 2m_1m_2 + 2m_0m_3 & 2m_1m_3 - 2m_0m_2 \\ 2m_1m_2 - 2m_0m_3 & 2m_0^2 + 2m_2^2 - 1 & 2m_2m_3 + 2m_0m_1 \\ 2m_1m_3 + 2m_0m_2 & 2m_2m_3 - 2m_0m_1 & 2m_0^2 + 2m_3^2 - 1 \end{pmatrix} \text{ – матрица конечного поворота}$$

трехгранника ГСК относительно ИСК, также записанная в параметрах Родрига-Гамильтона.

Совокупность уравнений (4), (6), (7) представляет собой описание модели движения некорректируемой платформы на произвольных интервалах времени при полиномиальной зависимости скорости собственного ухода платформы от ускорений. Объединяя (4), (6), (7) в единую систему имеем:

$$\dot{m} = \frac{1}{2} \Phi(m) \left( R + UD(m)V^T(l)G + (D(m)V^T(l)G)^T \otimes D(m)V^T(l)G \right). \quad (8)$$

Для построения стохастической модели некорректируемой платформы, учтем случайный характер возмущений. Тогда уравнение (8) примет вид

$$\begin{aligned} \dot{m} = & \frac{1}{2} \Phi(m) \left( R + UD(m)V^T(l)G + (D(m)V^T(l)G)^T \otimes D(m)V^T(l)G \right) + \\ & + \frac{1}{2} \Phi(m) \left( UD(m)V^T(l)w + 2(D(m)V^T(l)G)^T \otimes D(m)V^T(l)w + W \right), \end{aligned} \quad (9)$$

В каноническом виде уравнение (9) имеет вид

$$\dot{m} = \tilde{F}(m, t) + \tilde{F}_0(m, t)\xi, \quad (10)$$

где

$$\begin{aligned} \tilde{F}(m, t) = & \frac{1}{2} \Phi(m) \left( R + UD(m)V^T(l)G_A + (D(m)V^T(l)G_A)^T \otimes D(m)V^T(l)G_A \right), \\ \tilde{F}_0(m, t) = & \frac{1}{2} \left[ \Phi(m) \left( UD(m)V^T(l) + 2(D(m)V^T(l)G_A)^T \otimes D(m)V^T(l) \right) \middle| \Phi(m) \right]. \end{aligned}$$

По окончании синтеза уравнений вектора состояния в виде (10) с целью возможности последующего синтеза апостериорной плотности распределения необходимо получить уравнение наблюдателя в параметрах Родрига-Гамильтона.

$$\begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix} = D(m)V(l)^T \begin{pmatrix} G_N \\ G_L \\ G_E \end{pmatrix} = C(m,l) \begin{pmatrix} G_N \\ G_L \\ G_E \end{pmatrix},$$

где  $C(m,l) = D(m)V(l)^T$ .

Последнее выражение преобразуется к виду

$$\begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix} \cdot m - \begin{pmatrix} v_1^* \\ v_2^* \\ v_3^* \end{pmatrix}, \tag{11}$$

где  $v_1^* = (2l_0^2 + 2l_1^2 - 1)G_N + 2l_1l_2G_L - 2l_0l_2G_E$ ;

$v_2^* = 2l_1l_2G_N + (2l_0^2 + 2l_2^2 - 1)G_L + 2l_0l_1G_E$ ;

$v_3^* = 2l_0l_2G_N - 2l_0l_1G_L + (2l_0^2 - 1)G_E$ ;

$$C_0 = 2 \begin{pmatrix} m_0v_1^* + m_3v_2^* - m_0v_3^* \\ m_3v_1^* + m_0v_2^* + m_1v_3^* \\ m_2v_1^* - m_1v_2^* + m_0v_3^* \end{pmatrix}, C_1 = 2 \begin{pmatrix} m_1v_1^* + m_2v_2^* + m_3v_3^* \\ m_2v_1^* \\ m_3v_1^* \end{pmatrix}, C_2 = 2 \begin{pmatrix} 0 \\ m_2v_2^* \\ m_3v_2^* \end{pmatrix}, C_3 = 2 \begin{pmatrix} 0 \\ m_2v_3^* \\ m_3v_3^* \end{pmatrix}.$$

Обозначим через  $\tilde{q}$  и  $v$  соответственно векторы  $\tilde{q} = \begin{pmatrix} C_0 \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{pmatrix}$  и  $v = \begin{pmatrix} v_1^* \\ v_2^* \\ v_3^* \end{pmatrix}$ .

В качестве сигнала измерений также будем использовать показания акселерометров  $Z_a$ , расположенных на некорректируемой платформе. С учетом модели выходных сигналов акселерометров представим уравнение наблюдателя в виде

$$Z_a = \tilde{q} \cdot m - v + W_a,$$

или

$$Z_a + v = \tilde{q} \cdot m + W_a.$$

Вводя обозначения

$$Z = Z_a + v = \tilde{q} \cdot m + W_a,$$

запишем уравнения наблюдателя в каноническом виде

$$Z = \tilde{q} \cdot m + W_a. \tag{12}$$

Следует отметить некоторые преимущества построенной модели. Во-первых, уравнение (10) не имеет особых точек, присутствующих у модели в параметрах Эйлера-Крылова, при построении модели наблюдателя не применялась линеаризация матрицы  $D$ , определяющей ориентацию ГСК относительно АСК, что существенно уменьшает погрешность вычислений.

### Численный эксперимент

Для иллюстрации возможности практического использования модели (10) в реальных ИНС было проведено численное моделирование движения НП на временном интервале 0 – 10000 с при шаге  $\ll \text{Eqn095.wmf} \gg$  с при следующих выбранных начальных условиях:

$$m_0 = 0,702, m_1 = 0,429, m_2 = 0,172, m_3 = 0,542.$$

Угловое движение ГСП моделировалось полиномом второго порядка (1), коэффициенты которого были выбраны в соответствии с достигнутым уровнем точного приборостроения и задавались следующими значениями:

$$R_x=10^{-6} \text{ (м/с}^2\text{)}; R_y=1,2\cdot 10^{-6} \text{ (м/с}^2\text{)}; R_z=1,1\cdot 10^{-7} \text{ (м/с}^2\text{)}; U_x=1,1\cdot 10^{-7} \text{ (рад/с}\cdot\text{г)};$$

$$U_y=0,8\cdot 10^{-7} \text{ (рад/с}\cdot\text{г)}; U_z=0,5\cdot 10^{-7} \text{ (рад/с}\cdot\text{г)}; k_{xx}=1,13\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}, k_{yy}=1,25\cdot 10^{-8}$$

$$\text{(рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}, k_{zz}=1,37\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}, k_{xy}=1,15\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}, k_{yx}=1,33\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)},$$

$$k_{zx}=1,4\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}, k_{xz}=1,12\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}, k_{yz}=1,35\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)},$$

$$k_{zy}=1,41\cdot 10^{-8} \text{ (рад/с}\cdot\text{г}^2\text{)}.$$

Параметры вектора  $l$  были заданы для широты  $\phi = \frac{\pi}{3}$ . Для этой же точки были определены значения ускорения силы тяжести в АСК  $g_L = 9,818$ ,  $g_N = 7,35\cdot 10^{-3}$ ,  $g_E = -0,013$ .

Коэффициенты передачи акселерометров определялись равными 1, переходные процессы – реальное время их 0,003 с. – не учитывались ввиду выбранной величины интервала съема измерений, равной  $h$ .

Анализ результатов моделирования показывает, что предложенный метод может найти эффективное применение в ИНС, функционирующих в течение длительного времени и не имеющих ограничений на углы прокачки. В качестве примера можно привести платформу *AIRS*. Также результаты исследования могут быть распространены на гиросtabilизаторы, имеющие четвертую рамку подвеса и широко используемые в настоящее время в ИНС различного типа подвижных объектов.

Полученная дифференциальная модель движения некорректируемой платформы (10) позволяет решить сразу целый комплекс практических задач:

- определить изменение во времени непосредственно углов ухода ГСП в ИСК при полиномиальной зависимости скорости ухода от ускорений;
- проанализировать параметрическую зависимость углов ухода ГСП от коэффициентов влияния на уход ускорений по осям ГСП;
- построить различные аппроксимирующие дифференциальные или функциональные временные зависимости углов ухода ГСП, позволяющие существенно сократить объем вычислительных затрат при калибровках и испытаниях платформы, стохастическом оценивании ее текущего состояния и т.п.

Построенная новая модель движения, позволяющая решить проблему контроля параметров железнодорожного пути, может найти широкое применение в современных автоматизированных средствах диагностики состояния железнодорожного полотна, обеспечивающих безопасность движения железнодорожного транспорта.

### Список литературы

1. *Ишлинский А.Ю.* Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация. – М.: Наука, 1976. – 672 с.
2. *Бранец В.Н., Шмыглевский И.П.* Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. – М.: Наука, 1979. – 320 с.
3. *Ригли У., Денхард У., Холлистер У.* Теория, проектирование и испытание гироскопов. – М.: Мир, 1972. – 416 с.
4. *Соколов С.В., Половинчук Н.Я.* Теоретические основы синтеза автономных помехоустойчивых бесплатформенных навигационных систем: Монография. – МО РФ, 1998. – 340 с.
5. *Клодина Т.В., Погорелов В.А., Чуб Е.Г.* Инерциальные информационно-измерительные комплексы. Некорректируемая гиросtabilизируемая платформа. – Berlin: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 116 с.
6. *Погорелов В.А., Чуб Е.Г., Яковлев К.Ю.* Модель движения некорректируемой гиросtabilизированной платформы в параметрах Родрига-Гамильтона // Известия вузов. Авиационная техника. – 2012. – №3. – С. 69–72.

**SOLVING THE PROBLEM OF CHECKING THE PARAMETERS OF THE RAILWAY ON THE  
BASIS OF USE INERTIAL TECHNOLOGIES**

**Chub E.G.,**

*Assistant of the department of higher mathematics,  
e-mail: elenachub11@gmail.com,  
Don State Technical University, Rostov-on-Don*

*The article presents the first constructed stochastic model of the motion of a gyrostabilized platform that allows solving the problem of rail track parameters control based on the use of a high-precision inertial navigation system.*

**Keywords:** inertial navigation system; gyrostabilized platform, Rodrig-Hamilton parameters

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ СО СЧЁТНЫМ ЧИСЛОМ СОСТОЯНИЙ

Шамраева Виктория Викторовна,

канд. физ.-мат. наук,

заместитель заведующего кафедрой математики и информатики,

e-mail: vshamraeva@miiv.ru,

Московский университет имени С.Ю. Витте, г. Москва, Россия

*Используя метод специальной интерполирующей хааровской фильтрации, найдены достаточные условия на параметры финансового рынка со счётным числом состояний. Эти условия позволяют исходный неполный безарбитражный рынок преобразовать в полный безарбитражный. Полученные результаты могут стать основой для создания программного комплекса, который может быть использован инвесторами для выбора оптимальных стратегий на финансовых рынках и построении ими хеджирующих портфелей.*

**Ключевые слова:** безарбитражные рынки, полные рынки, мартингальные меры, специальная хааровская фильтрация, свойство универсальной хааровской единственности, условия несовпадения барицентров

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-65-69

### Введение

Рассматривается одношаговая модель дисконтированного финансового (B,S)-рынка, заданная на фильтрованном пространстве  $(\Omega, \mathbf{F})$ . Здесь  $\Omega = \{\omega_k\}_{k=1}^{\infty}$ ,  $\mathbf{F} = (\mathbf{F}_0, \mathbf{F}_1)$  – одношаговая фильтрация, причём  $\mathbf{F}_0 = \{\Omega, \emptyset\}$ , а  $\mathbf{F}_1 - \sigma$  – алгебра всех подмножеств множества  $\Omega$ . Пусть  $N$  – множество натуральных чисел. Цена торгуемой акции  $Z = (Z_k, \mathbf{F}_k)_{k=0}^1$ , это  $\mathbf{F}$  – адаптированный случайный процесс  $Z_0 = a$ ,  $Z_1(\omega_k) = b_k$ ,  $b_k > 0$ ,  $k = 1, 2, \dots$ . Множество невырожденных мартингальных мер (м.м.)  $P$  рассматриваемого (B,S)-рынка будем обозначать через  $\mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$ . Предположим, что

$$\inf_k b_k < a < \sup_k b_k. \quad (1)$$

Условие (1) является достаточным условием того, что исходный рынок  $\mathbf{P}(Z, \mathbf{F}) \neq \emptyset$ .

Итак, наш рынок безарбитражен и неполон. Актуальным же является рассмотрение безарбитражных полных рынков. Эти эконометрические характеристики связаны с понятием мартингальной меры. Основой для исследований и расчетов в стохастических финансовых моделях с дискретным временем служит первая и вторая фундаментальные теоремы финансовой математики [1].

**Теорема 1.** (B,S)-рынок является безарбитражным тогда и только тогда, когда  $\mathbf{P}(Z, \mathbf{F}) \neq \emptyset$ .

**Теорема 2.** (B,S)-рынок является полным тогда и только тогда, когда  $|\mathbf{P}(Z, \mathbf{F})| = 1$ .

Этой задачей в 1987 г. занимались М. Такку и В. Виллингер в работе [3]. Эти авторы предложили заменить исходную мартингальную меру неэквивалентной ей мартингальной мерой. Однако с помощью полученной таким образом единственной мартингальной меры, невозможно вычислять цены финансовых контрактов, справедливые для изначально рассматриваемого финансового рынка. А.В. Мельников и К.М. Феоктистов в 2001 году в [4] добавили к рисковым активам исходного рынка дополнительные активы, зависящие от изначальных. В настоящей статье для перехода от неполных безарбитражных рынков к полным используется метод хааровских интерполяций, который существенным образом отличается от подходов, описанных выше.

### 1 Применение метода хааровских интерполяций в случае финансового рынка со счётным числом состояний

Для перехода от неполных безарбитражных рынков к полным будет использован метод хааровских интерполяций [4]. Отметим, что в [4] достаточно хорошо изучены аналогичные модели на конечных вероятностных пространствах. Некоторые продвижения для финансовых рынков со счётным числом состояний и тем же методом были сделаны в [5]. Технически эта задача оказалась намного слож-

нее, чем для финансовых рынков с конечным горизонтом. В статье рассматривается частный случай хааровских интерполирующих фильтраций – специальные хааровские интерполирующие фильтрации. Поясним суть метода. Исходную фильтрацию  $\mathbf{F}$  финансового рынка расширяем таким образом, что она превращается в специальную хааровскую фильтрацию (с.х.ф.)  $\mathbf{H}$ . Затем, используя мартингалное решение задачи Дирихле для дисконтированной цены акции по отношению к с.х.ф., мы получаем однозначно определенную интерполяцию дисконтированной цены акции на специальным образом выбранные промежуточные времена. Действуя таким образом, будем иметь финансовый рынок, определенный как на исходных, так и на вновь введенных промежуточных значениях временного параметра, при этом цены акции и цены банковского счета этого рынка совпадают с изначально заданными. Назовём такую интерполяцию исходного финансового рынка *специальной хааровской интерполирующей фильтрацией* (с.х.и.ф.). Обозначим через  $|A|$  – число элементов некоторого множества  $A$ . Следуя [5], дадим определения 1 и 2.

**Определение 1.** Будем говорить, что мера  $P \in \mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$  обладает *свойством универсальной хааровской единственности* (СУХЕ), если для любой с.х.и.ф.  $\mathbf{H}$ , интерполирующей фильтрацию  $\mathbf{F}$ , соответствующий интерполирующий процесс  $Y$  допускает единственную мартингалную меру (совпадающую с исходной мерой  $P$ ), то есть имеет место равенство  $|\mathbf{P}(Z, \mathbf{F})| = 1$ .

Такое интерполяционное свойство как СУХЕ является неудобным с точки зрения их аналитической проверки на выполнение для рассматриваемой мартингалной меры. Поэтому мы перейдём к равносильному ему свойству, называемому условием несовпадения барицентров (УНБ) [5].

**Определение 2.** Будем говорить, что мера  $P \in \mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$  удовлетворяет *условию несовпадения барицентров* (УНБ), если для любых двух (упорядоченных по возрастанию) непересекающихся подмножеств индексов  $I$  и  $J$  (при числах  $b_i$ ),  $I, J \subset N$  выполняется неравенство

$$\frac{\sum_I b_i p_i}{\sum_I p_i} \neq \frac{\sum_J b_j p_j}{\sum_J p_j}. \tag{2}$$

Множество м.м. процесса  $Z$ , удовлетворяющих УНБ, мы будем обозначать  $\text{УНБ}(Z)$ . Очевидно, что если существует вероятностная мера  $P \in \mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$ , удовлетворяющая УНБ, то числа  $a, b_1, b_2, \dots$  различны.

Отметим, что до настоящего времени не имелось ни одного примера м.м., удовлетворяющей УНБ.

### 2 Достаточные условия непустоты $\text{УНБ}(Z)$

Следующие далее результаты дают достаточные условия существования м.м., удовлетворяющих УНБ.

**Лемма.** Пусть  $b_1 < b_2 < b_3 < b_4 < b_5 < \dots$ , причём  $b_i - b_{i-1} \geq b_{i-1}$

$$b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j > \sum_{j=i+1}^{\infty} b_j p_j, \quad \forall i \geq 2, \tag{3}$$

то мера  $P \in \text{УНБ}(Z)$ .

*Доказательство.* Проверим выполнение условия (2). Рассмотрим два произвольных непересекающихся подмножества индексов  $I = \{i_1, i_2, \dots\}$  и  $J = \{j_1, j_2, \dots\}$  множества индексов  $\{1, 2, \dots\}$ ,  $i_1 > j_1$ . Представим множество  $I$  как  $\{i_1\} \cup I_2$ ,  $I_2 \subseteq \{i_1 + 1, i_1 + 2, i_1 + 3, \dots\}$ , а  $J$  как  $J_1 \cup J_2$ , где  $J_1 \subseteq \{1, 2, 3, 4, 5, \dots, i_1 - 1\}$ ,  $J_2 \subseteq \{i_1 + 1, i_1 + 2, i_1 + 3, \dots\}$  Имеем

$$\begin{aligned} \frac{\sum_I b_i p_i}{\sum_I p_i} \neq \frac{\sum_J b_j p_j}{\sum_J p_j} &\Leftrightarrow \frac{b_{i_1} p_{i_1} + \sum_{I_2} b_i p_i}{p_{i_1} + \sum_{I_2} p_i} \neq \frac{\sum_{J_1} b_j p_j + \sum_{J_2} b_j p_j}{\sum_{J_1} p_j + \sum_{J_2} p_j} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \left( b_{i_1} p_{i_1} + \sum_{I_2} b_i p_i \right) \left( \sum_{J_1} p_j + \sum_{J_2} p_j \right) \neq \left( \sum_{J_1} b_j p_j + \sum_{J_2} b_j p_j \right) \left( p_{i_1} + \sum_{I_2} p_i \right) \Leftrightarrow \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow b_i p_i \sum_{J_1} p_j - p_i \sum_{J_1} b_j p_j + \sum_{I_2} b_i p_i \sum_{J_1} p_j - \sum_{I_2} p_i \sum_{J_1} b_j p_j \neq$$

$$\neq p_i \sum_{J_2} b_j p_j + \sum_{I_2} p_i \sum_{J_2} b_j p_j - \sum_{I_2} b_i p_i \sum_{J_2} p_j - b_i p_i \sum_{J_2} p_j$$

Поскольку

$$b_i p_i \sum_{J_1} p_j - p_i \sum_{J_1} b_j p_j + \sum_{I_2} b_i p_i \sum_{J_1} p_j - \sum_{I_2} p_i \sum_{J_1} b_j p_j =$$

$$= \left( b_i \sum_{J_1} p_j - \sum_{J_1} b_j p_j \right) p_i + \sum_{I_2} b_i p_i \sum_{J_1} p_j - \sum_{I_2} p_i \sum_{J_1} b_j p_j >$$

$$> \left( b_i \sum_{J_1} p_j - b_{i-1} \sum_{J_1} p_j \right) p_i + \sum_{I_2} b_i p_i \sum_{J_1} p_j - b_{i-1} \sum_{I_2} p_i \sum_{J_1} p_j =$$

$$= (b_i - b_{i-1}) p_i \sum_{J_1} p_j + \left( \sum_{I_2} b_i p_i - b_{i-1} \sum_{I_2} p_i \right) \sum_{J_1} p_j \geq$$

$$\geq b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j p_i + \left( \sum_{I_2} b_i p_i - b_{i-1} \sum_{I_2} p_i \right) \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j \geq$$

$$\geq b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j p_i + \left( b_{i+1} \sum_{I_2} p_i - b_{i-1} \sum_{I_2} p_i \right) \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j \geq$$

$$\geq b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j p_i + (b_{i+1} - b_{i-1}) \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j \sum_{I_2} p_i \geq$$

$$\geq b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j p_i + (b_{i+1} - b_i + b_i - b_{i-1}) \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j \sum_{I_2} p_i \geq$$

$$\geq b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j p_i + b_i \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j \sum_{I_2} p_i + b_{i-1} \min_{1 \leq j \leq i-1} p_j \sum_{I_2} p_i \geq$$

$$\geq p_i \sum_{j=i+1}^{\infty} b_j p_j + \sum_{I_2} p_i \sum_{j=i+1}^{\infty} b_j p_j \geq$$

$$\geq p_i \sum_{J_2} b_j p_j + \sum_{I_2} p_i \sum_{J_2} b_j p_j \geq$$

$$\geq p_i \sum_{J_2} b_j p_j + \sum_{I_2} p_i \sum_{J_2} b_j p_j - \sum_{I_2} b_i p_i \sum_{J_2} p_j - b_i p_i \sum_{J_2} p_j$$

Таким образом, неравенство (2) выполнено.

**Замечание.** Если последовательность  $p_1, p_2, \dots$  монотонно убывает, то неравенства (3) совпадают с неравенствами

$$b_{i-1} p_{i-1} > \sum_{j=i+1}^{\infty} b_j p_j, \quad \forall i \geq 2. \tag{4}$$

**Пример.**

$$b_1=1 < a=5/3 < b_2=2 < b_3=4 < b_4=8 < \dots < b_i=2^{i-1} < \dots, \quad b_i - b_{i-1} = 2^{i-1} - 2^{i-2} = 2^{i-2} = b_{i-1},$$

мера  $P=(2/3; 1/4; 1/16; 1/64; \dots; 1/2^{2^{i-2}}; \dots) \in \mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$  удовлетворяет условию (4) и значит, обладает УНБ.

(Действительно,

$$b_{i-1}p_{i-1} = \frac{2^{i-2}}{4^{i-2}} = \frac{1}{2^{i-2}} = \frac{4}{2^i} > \sum_{j=i+1}^{\infty} b_j p_j = \sum_{j=i+1}^{\infty} \frac{1}{2^{j-1}} = \frac{1}{2^{i-1}} = \frac{2}{2^i}, \forall i.)$$

**Теорема 3.** Пусть  $P \in \mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$  и  $b_1 < b_2 < b_3 < b_4 < b_5 < \dots$ , причём

$$b_i - b_{i-1} \geq b_{i-1}, \forall i \geq 2. \quad (5)$$

Тогда  $УНБ(Z)$  непусто и строго вложено в  $\mathbf{P}(Z, \mathbf{F})$ .

Техника доказательства теоремы 3 остаётся прежней (см. к примеру в [10]).

### Заключение

Полученные условия существования мартингалльных мер, удовлетворяющих условиям несовпадения барицентров, позволяют строить модели безарбитражных неполных финансовых рынков с бесконечным числом состояний, которые с помощью хааровских интерполяций преобразуются в полные безарбитражные. Это свойство модели представляется особенно важным при расчетах цен различных финансовых обязательств и построении хеджирующих портфелей [11, 12].

### Список литературы

1. Ширяев А.Н. Основы стохастической финансовой математики. Т. 1, 2. // 2 изд. – М.: ФАЗИС, 2004.
2. Taqqu M.S., Willinger W. The analysis of finite security markets// Adv. Appl. Probab. – 1987. – № 9. – P. 1–25.
3. Melnikov A.V., Shiryaev A.N. Criteria for the absence of arbitrage in the financial market // Frontiers in Pure and Applied Probability, II (Proceedings of the Fourth Russian-Finish Simp. on Prob. Theory and Math. Stat., Moscow, October 3–8, 1993). – М.: TVP, 1996. – P. 121–134.
4. Богачева М.Н., Павлов И.В. О хааровских расширениях безарбитражных финансовых рынков до безарбитражных и полных // Успехи математических наук. – 57:3 (2002). – 143–144.
5. Данекянц А.Г. Моделирование безарбитражных финансовых рынков с помощью хааровских интерполяций на счётном вероятностном пространстве: дисс. ... на соискание ученой степени канд. физ.-мат. наук. – Ростов н/Д., 2005.
6. Павлов И.В., Цветкова И.В., Шамраева В.В. О существовании мартингалльных мер, удовлетворяющих ослабленному условию несовпадения барицентров: конструктивистский подход // Вестник РГУПС. – 47. – 2014. – № 4. С. 132–138.
7. Шамраева В.В. Новый метод преобразования систем неравенств для нахождения интерполяционных мартингалльных мер // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 12(54). Ч. 5. – С. 30–41.
8. Шамраева В.В. О неравенствах, обеспечивающих выполнение интерполяционных свойств мартингалльных мер // Теория вероятностей и ее применения. 61:3. – 2016. – С. 616–617.
9. Павлов И.В., Цветкова И.В., Шамраева В.В. О существовании мартингалльных мер, удовлетворяющих ослабленному условию несовпадения барицентров, в случае счетного вероятностного пространства // Теория вероятностей и ее применения. 61:1. – 2017. – С. 167–175.
10. Павлов И.В., Шамраева В.В. Новые результаты о существовании интерполяционных мартингалльных мер // Успехи математических наук. 72:4. – 2017. – С. 193–194.
11. Цветкова И.В., Шамраева В.В. Расчёт компонентов хеджирующего портфеля с помощью процедуры хааровской интерполяции [Электронный ресурс] / И.В. Цветкова, В.В. Шамраева // Электронное научное издание «Науковедение: Интернет-журнал». – 2013. – №3 (16). – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/45trgsu313.pdf>
12. Шамраева В.В. Вычисление компонентов хеджирующего портфеля для некоторых платежных обязательств, заданных в финальный момент времени финансового рынка с бесконечным числом состояний [Электронный ресурс] / В.В. Шамраева // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Сер. 1: Экономика и управление. – 2014. – № 1. – URL: [http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/eu/eu\\_2014\\_1\\_40-45.pdf](http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/eu/eu_2014_1_40-45.pdf)

MODELING FINANCIAL MARKETS WITH A COUNTABLE NUMBER STATES

**Shamraeva V.V.,**

*Candidate of Physico-Mathematical Sciences,  
Deputy head of the department of mathematics and informatics,  
e-mail: vshamraeva@muiv.ru,  
Moscow Witte University, Moscow*

*Using the method of special interpolating Haar filtering, sufficient conditions are found for the parameters of the financial market with an countable number of States. These conditions make it possible to convert the initial incomplete arbitrage-free financial markets into a complete arbitrage-free.*

*The obtained results can serve as a basis for creating a software package that can be used by investors to select the best strategies in the financial markets and build their hedging portfolios.*

**Keywords:** arbitrage-free markets, complete markets, martingale measure, special Haar filtering, the property of universal Haar uniqueness; noncoincidence barycenter condition

**СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЗЭН-БУДДИЗМА: ИСТОКИ, ШКОЛЫ И НАПРАВЛЕНИЯ****Александрова Оксана Александровна,***соискатель ученой степени канд. философ. наук,**преподаватель колледжа,**e-mail: ox.aleksandrova2011@yandex.ru,**Московский университет имени С.Ю. Витте, г. Москва, Россия*

*В статье рассматриваются идейные и социокультурные условия формирования дзэн-буддизма, выявляется специфика преемственности школы Чань и Дзэн-буддизма, анализируются основные принципы философского учения Дзэн. В статье представлены положения о значении в системе современной культуры такого специфического вида общественного сознания, как дзэн-буддизм.*

**Ключевые слова:** *Чань-буддизм, Дзэн-буддизм, дхьяна, Пустота, «Природа Будды»*

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-70-73

Буддизм представляет собой одно из наиболее привлекательных явлений не только в восточной, но и в мировой религиозной традиции. К началу нашего столетия интерес в осмыслении буддизма, в частности дзэн-буддизма, значительно вырос. В 50–60 годы прошлого века западная культура переживает «дзэнский бум». Начинают формироваться школы, секты, различные религиозные направления, интерпретирующие дзэн на свой лад, создаются художественные произведения, в которых делается попытка осмысления идей дзэн-буддизма. И сегодня совершенно уверенно можно сказать, что идеи буддизма оказывают значительное влияние на многие стороны жизни западного общества, что и объясняет популярность этого учения для различных слоев населения. Этому способствует активизация религиозно-мистических настроений в обществе, распространение нетрадиционных религий и организаций, берущих на вооружение различные формы мистического опыта Востока. Внимание исследователей постоянно привлекает анализ процесса связанный с интеграцией буддизма в западную культуру, так как понять смысл буддизма сегодня невозможно без знания специфики исторических этапов его формирования. Этот аспект также важен для понимания новых религиозных движений использующих в своей деятельности определенные стороны буддийского учения. Поэтому весьма серьезной проблемой остаётся необходимость выявления источников дзэн-буддизма, изучения его религиозной специфики и философского содержания.

Учёные полагают, что учение дзэн-буддизма восходит к самому Будде. Принято считать, что Гаутама Будда – индийский духовный наставник, живший предположительно с 563 г. до н. э. до 483 г. до н. э. и получивший при рождении имя Сиддхартха Гаутама, позже стал Буддой «Пробудившимся, Просветлённым». Его также называют Сакьямуни или Шакьямуни – «Достигший Таковости», «Достигший Истины».

По легенде Будда родился в Лумбини (город, расположенный в современном Непале вблизи границы с Индией). Уже в молодом возрасте он ощутил потребность в праведном существовании и покинул роскошный родительский дом, проникнутый, как ему кажется, духом бессмысленных и мелочных обязанностей. В тридцать пять лет Будда утвердился в своём желании познать причины страдания, и сорок девять дней сидел под деревом бо вблизи городка Гайя в Восточной Индии, пока ему не открылась истина. Впоследствии учение, которым Будда проникся под деревом бодхи, получило название Четырёх благородных истин буддизма. Суть этого учения состоит в осознании природы человека, в понимании необходимости избавления от всего, что мешает его духовному совершенствованию.

Важным моментом для выявления специфики буддизма является особая форма передачи этого учения от учителя к ученику. У Будды было много учеников, одним из них стал Махакашьяпа. Одна из притч гласит, что как-то раз Будда стоял перед людьми на Пике Грифов. Собравшиеся ждали, когда он начнет учить дхарме, но Будда не произносил ни слова. Прошло уже довольно много времени, в руке его был цветок. Глаза всех людей в толпе были обращены к нему, но никто так ничего и не понял. Потом один монах посмотрел на Будду сияющими глазами и улыбнулся. И Будда сказал: «У меня есть сокоро-

вище видения совершенной Дхармы, волшебный дух нирваны, свободной от нечистоты реальности, и я передал это сокровище Махакашьяпе». В это мгновение Махакашьяпа пережил пробуждение: это состояние было передано ему Буддой непосредственно, без наставлений в устной или письменной форме. Так началось наследие прямой передачи «пробуждения» «от сердца к сердцу» от учителя к ученику.

Данная традиция непосредственной передачи пробуждения была усвоена школой чань-буддизма в Китае, идеи которой явились основой школ, стремящихся к реализации «прямого» Пути. Чань-буддизм сложился в период V–VII веков, в результате синтеза буддизма махаяны с уже существовавшими учениями Китая, и, в частности, с даосизмом. На основе чань-буддизма появилась вьетнамская школа «тхиен» и корейская школа «сон», а затем японская школа «дзэн». Наименование школы «чань-буддизм» точно отражает его существо. Китайское слово «чань» – китайская транскрипция санскритского термина «дхьяна», что означает «сосредоточение», «медитация».

Первые сведения о чань-буддизме связаны с именем Бодхидхармы. Бодхидхарма образовал школу буддизма в монастыре Шаолин, вручив монахам комплекс упражнений, позже названный цигун Бодхидхармы. Бодхидхарма говорил, что сущность учения, проповедуемого им, состоит в непосредственном переходе к пробуждённому сознанию, исключая наследие и священные тексты. Он же сформулировал четыре основных принципа своего учения: «Не опираться на слова и символы», «Особая передача вне священного писания», «Прямое указание на Сознание/Сердце человека», «Постижение (собственной изначальной) Природы и реализация состояния Будды» [1, с. 86].

Сторонники школы Чань полагают, что «Всеобщая природа» Будды присуща всем существам. Выявление её не требует изучения канонических текстов и понимания метафизических понятий. Учителя Чань утверждают, что в жизни каждого человека бывают моменты, беспредельно напоминающие некоторые просветлённые состояния сознания. Эти состояния древние мастера Чань обозначали следующими формулировками: «Исчез человек, остались обстоятельства»; «Исчезли обстоятельства, остался человек»; «Нет ни человека, ни обстоятельств».

Постепенно Чань становится самым массовым немонастырским направлением китайского буддизма. Впоследствии учение чань получает наибольшее признание в определенных слоях общества, в частности, среди аристократов и представителей тайных обществ. Центром чань-буддизма монастырской формы в настоящий момент является монастырь Шаолинсы. Основными направлениями буддийской Чань школы признаны три: школа Цаодун, центром которой является Шаолинсы, школа Линьцзи и школа Хуанпи. Важной особенностью Чань-буддизма является подчеркивание преемственности «своих» патриархов. Патриархи осуществляли связь учеников от Будды до Бодхидхармы. Исследователи насчитывают 28 индийских патриархов, которые следовали за Буддой, а первым «настоящим» отцом Чань полагают Хуэйньэна (638–713), основавшего Южную школу и разработавшего методику и приемы интуитивного погружения в опыт внезапного озарения, выводящего адепта за пределы сознания.

Связь Чань-буддизма с дзэнской традицией очевидна. Это отмечают многие исследователи Дзэн. Один из виднейших представителей школы Дзэн Д.Т. Судзуки полагает, что в силу того, что ранние исторические документы о школе отсутствуют, то является возможным принять официальную версию о Бодхидхарме как первом Патриархе Дзэн. Юмор и прагматизм, соединение повседневности и глубоких исканий истины, понимание свободы как спонтанности проявления всего оказались близки японским представлениям о мире и человеке.

В Японию дзэн-буддизм проник относительно поздно – в XII веке. Дзэн становится частицей мировоззрения большей части японцев вне зависимости от их принадлежности к буддизму. В современной Японии можно выделить три основных течения Дзэн. Это Сото, Риндзай и Обаку. В настоящее время в Японии насчитывают приблизительно 10 % сторонников этих школ, но воздействие идеологии Дзэн намного шире. В XIV–XV веках идеи Дзэн развивались под покровительством сегунов, так как центральная власть в период феодальных войн нуждалась в государственной практической системе самодисциплины. Учение Дзэн стало смыслом жизни для подавляющего большинства японцев, но его сущность так и оставалась ребусом. Все школы Дзэн используют коаны – парадоксы, разгадка которых приводит к Пробуждению. Идеальное состояние сознания дзэнские философы сравнивают с отражением луны в зеркальной глади воды: зеркало отражает всё, что попадает в его поле видения, без каких-либо искажений и дополнений, свет луны бесстрастен и беспристрастен. Любые мнения или чувства

мешают видеть истинную картину событий и суть предметов. Дзэн отрицает священные книги, религиозные обряды, культы. Главное для человека – это метафизическая медитация, позволяющая открыть природу собственной мысли, тождественной Будде.

Первооснову мира составляет Пустота или Ничто, которая одновременно идентична с природой Будды. «Природа Будды» – порождает всё сущее, все многообразие феноменов, на самом деле являющихся иллюзией. Нет никакого различия между рождением и смертью, объектом и субъектом, этим и тем, нирваной и сансарой. Задача человека – понять это и достичь недualityности, когда при осознании своей глубокой причастности ко всему сущему исчезает представление о существовании противоположностей. Постигание состояния «не-Я» возможно при достижении непривязанности к миру при одновременном осознании своего неразделимого единства с ним.

Постичь природу Будды способен только тот, кто способен узреть её в себе. Просветление приходит как вспышка – внезапно, и приносит духовную свободу, в которой мы видим все таким, каким оно является на самом деле, т.е. постигаем сокровенный смысл бытия. Отечественные религиоведы Г.С. Померанц и З.А. Миркина следующим образом описывают это состояние: «...Кого тот ангел победил, тот правым, не гордясь собою, выходит из любого боя в сознание и расцвете сил. Не станет он искать побед – он ждет, чтоб высшее начало его все чаще побеждало, чтобы расти ему в ответ» [2, с. 18].

Об этом же говорит и Д.Т. Судзуки. Раскрывая суть Пробуждения как внезапного выхода сознания за пределы иллюзии, он указывает: «Будда никогда не предполагал, что его последователи станут концентрировать своё внимание на интеллектуальном аспекте его учения, который теряет всякий смысл без своей внутренней духовной основы» [3, с. 58].

Итак, школа Чань и школа Дзэн – это два направления буддизма, связанные между собой единой традицией понимания Пробуждения и его достижения. К основным элементам этой традиции можно отнести неприятие речевого выражения, результатом которого является членение и разделение всего сущего, самоуглубленность, приводящую к открытию собственной мысли и природы Будды в себе, медитацию, позволяющую заблокировать обычные каналы восприятия реальности, и преодолеть дуальность, двойственность «Я» и «не-Я».

В целом можно сказать, что уже к III–V в. н. э. буддизм достиг своего наивысшего расцвета и, распространяясь на территориях, следовал принципам: жить в симбиозе с традициями и культурой проживающих народов, при необходимости трансформируясь, приобретая облик нужной религии. Буддизм берёт свое начало из Индии. Распространяется в течение своего существования в азиатские страны: Японию, Китай, Тибет, Монголию, Вьетнам, Корею, Непал, Бутан. Первым, где фундаментально закрепился дзэн в виде течения «чань», был Китай. «Чань» был развит Бодхидхармой – первым патриархом китайского чань-буддизма. За время существования в Китае чань модифицировался в результате неутраченных споров по поводу характерных этапов на пути к просветлению. В VII в. произошёл раскол на Северную и Южную школы. В Японии сформировалось два крупных течения Дзэн: риндзай и сото. Буддизм во Вьетнаме распространён в основном в форме Махаяны и появился благодаря индийским монахам во II веке до н.э. В XX в. происходит возрождение корейского буддизма. Однако, учитывая раскол Кореи на Республику Корея и КНДР, в северной её части религия в прежнем виде перестала существовать, поэтому в основном становление происходило в республике Кореи. В наши дни Южная Корея считается одной из самых религиозных стран мира, включающих в себя более двух сотен новых течений; все они базируются на основных мировых религиях и включают народные верования, поэтому сегодня буддизм – это мировая религия, которая является первой по возникновению. Буддизм предложил человеку освобождение от страдания, от цепей его существования. Идея, которую предлагает буддизм, универсальна. Западный мир знакомится с буддизмом в конце XIX–XX вв.

Дзэн предпочитает прямо указывать на природу Будды и просветленного в каждом из нас. Иногда мастера дзэн преподносят смысл учения весьма своеобразно. Задача учителя решается различным способом, мастер может ударить ученика табуреткой для медитации по голове, остановить ум (убрать всякого рода мысли из ума) пускай даже на мгновение. Такие короткие состояния просветления или сатори, как иногда называют такое состояние, углубляются и становятся более продолжительными.

И вот, когда человек находится все 24 часа в этом состоянии за пределами мыслей – тогда в соответствии с философией дзэн буддизма и наступает полное просветление.

Человек постигает истину дзэн, человек – самородок, внутри его содержится вся истина; ему нужно только постичь её, открыть ее для самого себя. Свойственное человеку стремление к развитию самосознания есть неотъемлемое свойство человеческой природы. Мастер приоткрывает завесу человеческой жизни, в повседневности которой человек не придает значения чувствам, разуму.

Подводя итог, можно заключить, что на сегодняшний день дзэн-буддизм занимает важное место в системе культуры. Дзэн-буддизм остаётся значимым фактором в духовной жизни современного общества. Но нельзя не признать тот факт, что видовое множество школ усложнило понимание глубинного смысла дзэн-буддизма. С другой стороны, данное различие течений представляется неким союзничеством религий, существующим в сегодня в мировом пространстве.

### Список литературы

1. *Маслов А.А.* Письмена на воде. Первые наставники Чань в Китае. – М.: Издательство Духовной Литературы, «Сфера», 2000.
2. *Померанц Г.С., Миркина З.А.* Набирать снег серебряным кувшином (дзэн-буддизм) // Великие религии мира / науч. ред. тома Е.А. Жукова. – М.: Издательский дом Международного университета в Москве, 2006.
3. *Судзуки Д.Т., Кацуки С.* Дзэн-Буддизм: Основы Дзэн-Буддизма. Практика Дзэн. – Бишкек: МП «Одиссей», 1993.
4. *Судзуки Д.Т.* Очерки о дзэн-буддизме. Ч. 3 / пер. с англ. С.Л. Бурмистрова. – СПб.: Наука, 2005.

### SOCIO-CULTURAL PREMISES OF ZEN BUDDHISM FORMATION: ORIGINS, SCHOOLS AND DIRECTIONS

**Aleksandrova O.A.,**

*the competitor of a scientific degree Candidate of Philosophical Sciences,*

*College teacher,*

*e-mail: ox.aleksandrova2011@yandex.ru,*

*Moscow Witte University, Moscow*

*The article discusses the ideological and socio-cultural premises of Zen Buddhism formation. It reveals the continuity specificity of Chan and Zen Buddhism schools. It analyzes the main principles of Zen philosophical teachings. The article presents the postulates about the social and cultural significance of Zen Buddhism as a specific kind of social consciousness.*

**Keywords:** Chan Buddhism, Zen Buddhism, Dhyana, Emptiness, «the Buddha Nature»

УДК: 538.9/548.73

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ ЛИНЕЙНОГО И КВАДРАТИЧНОГО РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ В ТЕОРИИ ДИФФУЗНОГО РАССЕЯНИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ТВЕРДЫМИ РАСТВОРАМИ

**Крисько Олег Валентинович,**

*канд. физ.-мат. наук,*

*профессор кафедры математики и информатики,*

*e-mail: krisko1952@mail.ru,*

*Московский университет имени С.Ю. Витте, г. Москва,*

**Скоробогатова Татьяна Васильевна,**

*канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры физики факультета систем самолетов и комплексов,*

*e-mail: tankris@mail.ru,*

*Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва,*

**Силонов Валентин Михайлович,**

*д-р физ.-мат. наук, главный научный сотрудник кафедры физики твердого тела,*

*e-mail: silonov\_v@mail.ru,*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

*В работе рассматривается методика моделирования диффузного рассеяния рентгеновских лучей поликристаллами (ДРРЛ) твердых растворов металлов с учетом искажения идеальной решетки из-за различия в размерах атомов (размерный эффект) в макроскопической и микроскопической теориях. Сравниваются макроскопическая и микроскопическая модели расчета структурных факторов размерных эффектов. Показано, что линейный структурный фактор в микроскопической и макроскопической модели отличаются незначительно. Квадратичный структурный фактор, рассчитанный в макромоделе, значительно отличается от квадратичного структурного фактора микромодела. В результате делается вывод о том, что при моделировании необходимо использование микроскопической модели. Показано, что модель интенсивности диффузного рассеяния рентгеновских лучей твердыми растворами металлов значительно зависит от параметров порядка при учете структурных факторов размерного эффекта даже при малой разности рентгеновских формфакторов атомов твердого раствора.*

**Ключевые слова:** твердые растворы металлов, диффузное рассеяние рентгеновских лучей, ближний порядок, размерный эффект, упругие константы металлов

DOI 10.21777/2500-2112-2018-1-74-84

### *Введение*

Одним из вкладов в диффузное рассеяние рентгеновских лучей (ДРРЛ) является рассеяние, обусловленное статическими смещениями атомов. Учет этого рассеяния является важной задачей, которая до сих пор решена не полностью [1–4], особенно для случая многокомпонентных сплавов.

Эксперимент не всегда пригоден для изучения объектов микромира и мегамира. Поэтому в современной науке особая роль отводится моделированию. Модель замещает реальный объект, воспроизводя его особенности. С другой стороны, моделирование различных процессов позволяет находить параметры, характеризующие изучаемые явления. Построение и изучение модели позволяет выявлять и анализировать закономерности изучаемого процесса без вмешательства в окружающий мир [5]. Наиболее перспективным является математическое моделирование, так как математические модели безразличны к материальному основанию – будь то процессы в живой природе или общественные и духовные.

В настоящей работе при моделировании ДРРЛ используется ряд макро- и микромоделей. В макромоделах твердое тело рассматривается как анизотропная или изотропная (в зависимости от модели) сплошная среда, т.е. не учитывается дискретность структуры. В микромоделах дискретность учитывается, однако, имеющаяся: в литературе информация о силах взаимодействия между атомами не всегда

надежна в связи, с чем приходится при проведении исследований прибегать к использованию дополнительных приближений, в частности пренебрегать влиянием корреляций в расположении атомов, хотя оно может быть значительным.

В данной работе проводится сравнительный анализ макро- и микромоделей, изучение влияния ближнего порядка на интенсивность рассеяния рентгеновских лучей за счет статических смещений атомов, приведены результаты моделирования структурных факторов размерного эффекта (СФРЭ), обусловленных статическими смещениями атомов растворов.

Моделирование линейного и квадратичного СФРЭ проводилось в рамках Борновской модели кристалла и теории флуктуационных волн Кривоглаза [1]. Использование модели Борна-Бегби позволило построить модели функций СФРЭ для ГЦК и ОЦК твердых растворов с известными модулями упругости с целью последующего их использования при расчете параметров порядка из интенсивности диффузного рассеяния рентгеновских лучей. В работе приведена методика построения моделей СФРЭ. Предполагается регистрация программы моделирования СФРЭ при различных заданных значениях параметров модели.

### 1 Статические смещения атомов в твердых растворах замещения в макро- и микромоделях

В [1] предполагается, что статические смещения атомов из положения равновесия в твердом растворе линейно зависят от концентрации. Данное приближение корректно в случае отсутствия ближнего порядка. В этом приближении при определении Фурье-образа статических смещений можно использовать суперпозиционное приближение, согласно которому:

$$\mathbf{U}_Q = \mathbf{A}_Q \cdot \mathbf{C}_Q, \quad (1)$$

где  $\mathbf{Q}$  – волновой вектор в зоне Бриллюэна;

$\mathbf{U}_Q$  – Фурье-амплитуда статических смещений;

$\mathbf{C}_Q$  – Фурье-амплитуда флуктуационных волн концентрации;

$\mathbf{A}_Q$  – коэффициент пропорциональности.

При использовании данного приближения задача вычисления статических смещений сводится к получению коэффициентов. Для их определения можно воспользоваться условиями равновесия относительно смещений атомов.

#### Макроскопическая модель упругого анизотропного континуума

В макроскопическом приближении флуктуационное изменение концентрации характеризуется непрерывным распределением функции  $\delta C(\mathbf{r})$ , а смещения атомов – тензором деформации  $\mathbf{u}_{ij}$  и вектором смещений  $\mathbf{u}_i$ . Неоднородное изменение концентрации приводит к появлению линейных относительно  $\mathbf{u}_{ij}$  членов в  $\mathbf{u}_{ij}$  выражении для плотности свободной энергии твердого раствора  $F^0$ , рассматриваемой как функция  $\mathbf{u}_{ij}$ .

Для упругого анизотропного континуума свободную энергию можно записать в виде:

$$F^0 = F_0^0 + \frac{1}{2} \lambda_{ijlm} u_{ij} u_{lm} - \lambda_{ijlm} L_{lm} u_{ij} \delta C, \quad (2)$$

где  $F_0^0$  – не зависит от  $\delta C(\mathbf{r})$  и  $\mathbf{u}_{ij}$ ;

$\lambda_{ijlm}$  – компоненты тензора модулей упругости, по дважды повторяющимся индексам подразумевается суммирование от 1 до 3.

Используя уравнения равновесия для  $\mathbf{Q}$ -ой флуктуационной волны, соотношения (1) и предполагая известной зависимость размера и формы элементарной ячейки от концентрации, можно получить систему трех неоднородных линейных уравнений для определения коэффициентов  $\mathbf{A}_Q$ :

$$Q \lambda_{ijlm} n_j n_l A_{Qm} = \lambda_{ijlm} n_j L_{lm}, \quad (3)$$

где  $i, j, k = 1, 2, 3$  и  $n_i$  – компоненты единичного вектора  $\mathbf{n} = \mathbf{Q}/|\mathbf{Q}|$

В случае кубического кристалла:

$$L_{xx} = L_{yy} = L_{zz} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{v} \cdot \frac{\partial v}{\partial C} \quad (4)$$

и систему (3) можно записать в виде:

$$\begin{aligned}
 D_{im}A_{Qm} &= P_{Qi}, \\
 D_{11} &= C_{44} + (C_{11} - C_{44})n_x^2, \\
 D_{12} &= (C_{12} + C_{44})n_xn_y, \\
 P_{Q1} &= \frac{1}{3}(C_{11} + 2C_{12})\frac{1}{v} \cdot \frac{\partial v}{\partial C} \cdot \frac{n_x}{|\mathbf{Q}|}.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Решение (5) можно представить следующим образом:

$$A_{Qx} = \frac{1}{3} \cdot \frac{C_{11} + 2C_{12}}{|\mathbf{Q}|G} (1 + \xi n_y^2)(1 + \xi n_z^2) \frac{\partial v}{\partial C} \cdot n_x,
 \tag{6}$$

где  $G = C_{11} + \xi(C_{11} + C_{12})(n_x^2n_y^2 + n_x^2n_z^2 + n_y^2n_z^2) + \xi^2(C_{11} + 2C_{12} + C_{44})n_x^2n_y^2n_z^2$

и  $\xi = \frac{C_{11} - C_{12} - 2C_{44}}{C_{44}}$  параметр, характеризующий упругую анизотропию кристалла.

$A_{Qy}$  и  $A_{Qz}$  получаются из (6) циклической перестановкой.

### Макроскопическая модель упругого изотропного континуума

В приближении изотропного континуума, уравнения для  $A_Q$ , когда  $\xi=0$ , упрощаются и тогда:

$$\mathbf{A}_Q = a_q \cdot \frac{\mathbf{Q}}{|\mathbf{Q}|^2},
 \tag{7}$$

где  $a_q = \frac{1}{3} \cdot \frac{C_{11} + 2C_{12}}{C_{44}} \cdot \frac{1}{v} \cdot \frac{\partial v}{\partial C}$ .

или, выражая упругие модули через коэффициент Пуассона  $\sigma$ , получим:

$$a_q = \frac{1}{3} \cdot \frac{1 + \sigma}{1 - \sigma} \cdot \frac{1}{v} \cdot \frac{\partial v}{\partial C}.$$

В этом случае  $A_Q \parallel \mathbf{Q}$  и выражение для вклада в диффузное рассеяние за счет размерного эффекта в поликристалле, можно получить аналитически [2].

### Микроскопическая модель Борна-Бегби

При рассмотрении волн флуктуации концентрации, которые характеризуются расположением ближайших соседей в решетке: твердого раствора, необходимо использование микроскопической модели, учитывающей атомную структуру сплава. В этом случае внутреннюю энергию двухкомпонентного раствора можно представить в виде [1]:

$$F_0 = F_0^0 - \sum_{s,s'=1}^N \mathbb{F}_{ss'i} (C_{s'} - C) + \sum_{s,s'=1}^N D_{ijss'} u_{si} u_{s'j},
 \tag{8}$$

где  $C_s = \begin{cases} 0, & \text{если в } s \text{ узле атом сорта } A \\ 1, & \text{если в } s \text{ узле атом сорта } B \end{cases}$ .

Из условия равновесия относительно смещений, используя (1) можно получить уравнения для  $A_Q$ , аналогичные (3):

$$\sum_{j=1}^3 D_{Qij} \mathbf{A}_{Qj} = \mathbb{F}_{Qi} \quad (i = 1, 2, 3),
 \tag{9}$$

где  $\mathbb{F}_{Qi} = -\sum F_{ss'i} \exp[i\mathbf{Q} \cdot (\mathbf{R}_s - \mathbf{R}_{s'})]$ ,  $D_{Qij} = \sum D_{ss'ij} \exp[i\mathbf{Q}(\mathbf{R}_s - \mathbf{R}_{s'})]$ .

Нахождение коэффициентов  $A_Q$  из уравнений (8-9) связано с задачей, определения динамической матрицы  $\mathbf{D}_Q$  и квазиупругой силы  $\mathbf{F}_Q$ , которая сама по себе является сложной, так как необходимо знание сил взаимодействия атомов в твердом растворе.

Для нахождения матрицы  $\mathbf{D}_Q$  и квазиупругой силы  $\mathbf{F}_Q$  наиболее простой является модель, предложенная Борном – Бегби [5, 6], в которой учитывается взаимодействие ближайших соседей и нецентральные силы. В пределе малых  $Q$  она полностью, совпадает с макроскопической моделью анизотропного континуума.

Компоненты динамической матрицы кристалла для *гранецентрированной кубической* решетки в модели Борна-Бегби рассчитываются по формулам:

$$D_{QXX} = dC_{11}\left[2 - \cos\frac{Q_x d}{2}\left(\cos\frac{Q_y d}{2} + \cos\frac{Q_z d}{2}\right)\right] - (2C_{44} - C_{11})d\left[1 - \cos\frac{Q_y d}{2}\cos\frac{Q_x d}{2}\right];$$

$$D_{QXY} = D_{QYX} = d(C_{12} + C_{14})\sin\frac{Q_x d}{2}\sin\frac{Q_y d}{2}; \quad (10)$$

Для *объемно-центрированной кубической* решетки:

$$D_{QXX} = 4dC_{44}\left[1 - \cos\frac{Q_x d}{2}\cos\frac{Q_y d}{2}\cos\frac{Q_z d}{2}\right] + d(C_{11} - C_{14})(1 - \cos Q_x d);$$

$$D_{QXY} = D_{QYX} = 2d(C_{11} + 2C_{12})\sin\frac{Q_x d}{2}\sin\frac{Q_y d}{2}\sin\frac{Q_z d}{2}, \quad (11)$$

где  $d$  – межплоскостное расстояние;

$Q_x, Q_y, Q_z$  – проекции вектора рассеяния, приведенные к первой зоне Бриллюэна;

$D_{QIJ}$  – компоненты динамической матрицы кристалла;

$I, J - X, Y, Z$  – индексы проекций в декартовой системе координат.

Остальные компоненты динамической матрицы получаются циклической перестановкой индексов.

Фурье-образ статических смещений атома раствора из положения равновесия в данной модели представляются в виде векторного произведения  $\mathbf{D}_Q$  – динамической матрицы и  $\mathbf{F}_Q$  – Фурье-образа квазиупругой силы:

$$\mathbf{A}_Q = \mathbf{D}_Q \times \mathbf{F}_Q. \quad (12)$$

В модели Борна-Бегби  $\mathbf{F}_Q$  Фурье-образ квазиупругой силы для кубических кристаллов предлагается вычислять с помощью следующих соотношений.

Для *гранецентрированной кубической* решетки:

$$F_{QX} = \frac{d^2}{12}(C_{11} + 2C_{12})\sin\frac{Q_x d}{2}\left(\cos\frac{Q_y d}{2} + \cos\frac{Q_z d}{2}\right)\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial C}. \quad (13)$$

Для *объемно-центрированной кубической* решетки:

$$F_{QX} = \frac{d^2}{3}(C_{11} + 2C_{12})\sin\frac{Q_x d}{2}\left(\cos\frac{Q_y d}{2} + \cos\frac{Q_z d}{2}\right)\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial C}. \quad (14)$$

Остальные компоненты квазиупругой силы получаются циклической перестановкой индексов.  $\mathbf{F}_Q$  зависят от упругих постоянных  $C_{11}, C_{12}, C_{44}$ .

## 2 Сравнение макро- и микроскопических моделей

В случае разбавленных твердых растворов, анализ применимости макро- и макроскопических моделей был проведен в [6]. Микроскопическая модель основывалась на теории псевдопотенциалов, а макроскопическая – на модели упругого анизотропного континуума [1]. Расчеты полей смещений вокруг примесей замещения [6] показали, что обе модели (рисунок 1) дали близкие значения в районе 8–10 координационных сфер. Вблизи примеси, т.е. до 8-ой координационной сферы, макроскопическая модель дает завышенные значения смещений атомов. Микроскопическая модель, дает верную асимптотику при малых  $r$  ( $r$  – расстояние от примеси до атомов матрицы). Значительное различие результатов, полученных в этих двух моделях на малых расстояниях от примеси, объясняется ограниченностью модели упругого континуума, которая не учитывает дискретное строение сплава, то есть неверна на расстояниях порядка расстояний между атомами.

Для сопоставления моделей, описанных выше, был выбран сплав Cu – 22.7 ат.%Zn, для которого известны экспериментальные значения упругих постоянных  $C_{11}, C_{12}$  и  $C_{44}$  [7] и зависимость объема  $V$  от концентрации:

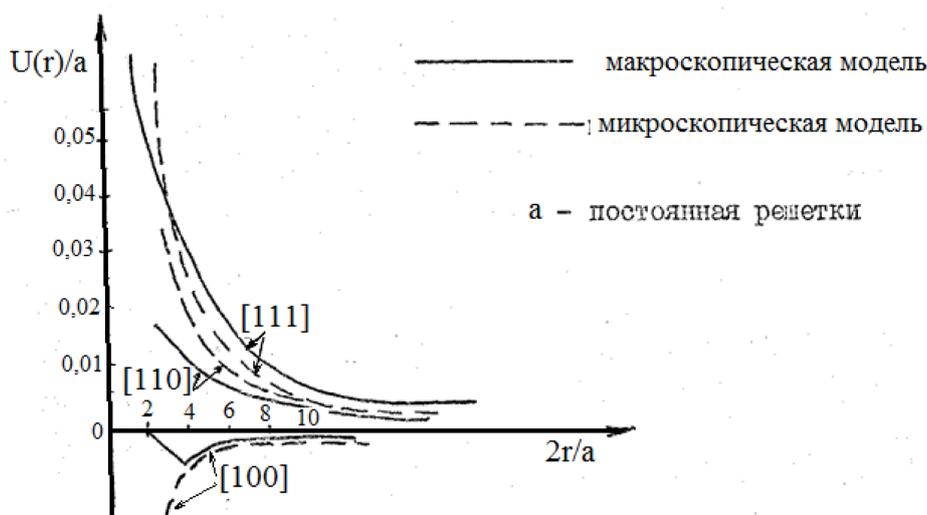


Рисунок 1 – Радиальные смещения атомов матрицы при внесении примеси К в Na [6]

$$\frac{1}{v} \cdot \frac{\partial v}{\partial C} = 0,19. \tag{15}$$

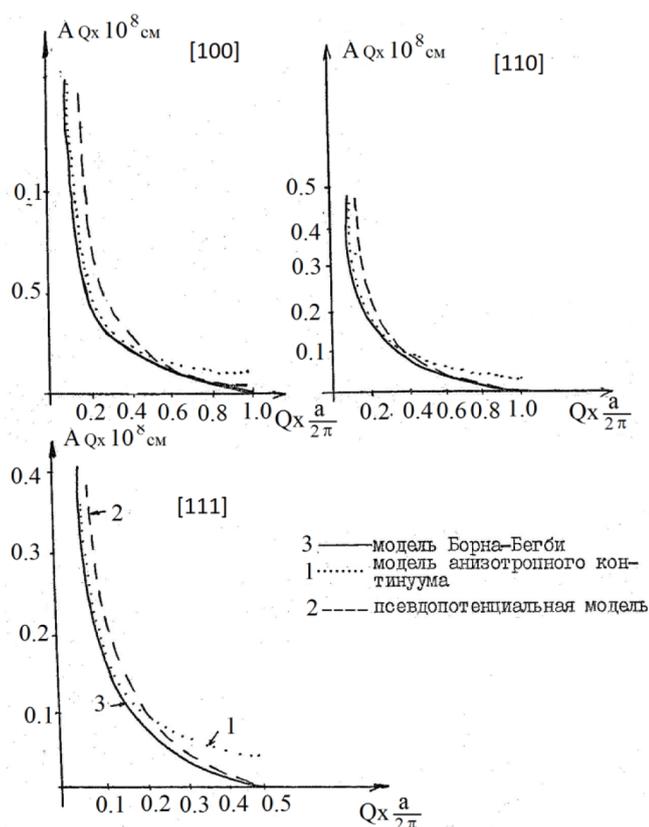


Рисунок 2 – Проекция коэффициентов  $A_{Qx}$  в направлениях высокой симметрии [100], [110], [111] как функций  $x$ -ой проекции вектора  $Q$  рассчитанные в трех моделях для твердого раствора  $Si - 22.7at\%Zn$ ,  $a=3.65\text{Å}$ ,  $C11=156.4 \text{ ГПа}$ ,  $C12=113.4 \text{ ГПа}$ ,  $C44=77.4 \text{ ГПа}$

На рисунке 2 приведены зависимости  $x$ -ой компоненты вектора  $A_{Qx}$  в направлениях [100, 110, 111]. Для всех трех направлений характер поведения и относительное расположение трех кривых аналогичны. При малых  $Q_x$  кривая 2 расположена выше кривых 3 и 1, которые при уменьшении  $Q_x$  начинают сливаться. При больших  $Q_x$ , т.е. при  $Q$  в районе границы зоны Бриллюэна кривые 2 и 3 сливаются, а

кривая I проходит выше. Причем при  $Q = \frac{G}{2}$  функция  $A_{Qx}$ , рассчитанная в микроскопических моделях, обращается в нуль, а  $A_{Qx}$ , рассчитанные в модели анизотропного континуума, принимают значения отличные от нуля. Такое поведение  $A_{Qx}$  объясняется ограниченностью области применимости макроскопической теории, которая не учитывает трансляционной симметрии решетки.

Рассмотрим  $Q = \frac{G}{2}$ , здесь  $G$  – вектор обратной решетки. Из условия трансляционной инвариантности следует:

$$\mathbf{A}_{G/2} = \mathbf{A}_{G/2-G} = \mathbf{A}_{-G/2}, \quad (16)$$

в тоже время в силу нечетности  $A_Q$

$$\mathbf{A}_{-G/2} = -\mathbf{A}_{G/2}. \quad (17)$$

Одновременно равенства (16) и (17) могут выполняться только в том случае, если:

$|\mathbf{A}_{G/2}| = 0$ , т.е.  $A_{G/2, \alpha} = 0$ , ( $\alpha = x, y, z$ ),  $\frac{G}{2}$  входит в область определения  $A_Q$ . Отсюда можно сделать вывод о том, что использование макроскопических моделей, при значениях  $Q$  близких значениям, соответствующим границам зоны Бриллюэна, может привести к значительным ошибкам.

Из сравнения приведенных результатов видно, что использование макроскопической модели при расчете модулирующих функций размерного эффекта может дать значительные ошибки, поскольку съемка диффузного рассеяния при получении параметров порядка проводится вдали от структурных линий, в области, где макроскопическая модель дает завышенные значения для  $A_Q$ .

### 3 Моделирование интенсивности диффузного рассеяния рентгеновских лучей в макро- и микроскопических моделях

На основе теории флуктуационных волн в [1] получено выражение для интенсивности рассеяния рентгеновских лучей твердыми растворами с учетом, как ближнего порядка, так и размерных эффектов. Для случая двухкомпонентных твердых растворов интенсивность диффузного рассеяния рентгеновских лучей за счет ближнего порядка, линейного размерного эффекта и квадратичного размерного эффекта для монокристаллов записывается в виде:

$$I_D = NC_A C_B \sum_s \alpha(\mathbf{R}_s) \cdot \exp(i\mathbf{Q}\mathbf{R}_s) [(f_B - f_A) + \langle f \rangle (qA_Q)]^2, \quad (18)$$

где  $|q| = \frac{4\pi}{\lambda} \sin\theta$  и  $Q = q - G$ ;

$s$  – индекс узла кристаллической решетки в прямом пространстве;

$\theta$  – Брэгговский угол рассеяния;

$\lambda$  – длина волны;

$q$  – вектор рассеяния;

$Q$  – вектор рассеяния, приведенный к первой зоне Бриллюэна;

$N$  – число атомов в элементарной ячейке;

$C_A, C_B$  – концентрации компонент А и В соответственно;

$f_a, f_b$  – рентгеновские форм-факторы рассеяния атомов А и В;

$a(\mathbf{R}_s)$  – параметры ближнего порядка, и  $\langle f \rangle = C_A f_A + C_B f_B$ .

Интенсивность рассеяния, обусловленную статическими смещениями и ближним порядком для монокристалла, записывают в виде суммы трех членов:

$$I_D = I_{\Pi} + I_{\text{ЛРЭ}} + I_{\text{КРЭ}}, \quad (19)$$

где

$$I_{\Pi} = NC_A C_B (f_A - f_B)^2 \sum_{\mathbf{R}_s} \alpha(\mathbf{R}_s) \cdot \cos(q\mathbf{R}_s), \quad (20)$$

$$I_{\text{ЛРЭ}} = NC_A C_B (f_A - f_B) \cdot \langle f \rangle \sum_{R_s} \alpha(R_s) \cdot \cos(qR_s) \cdot (qA_Q), \quad (21)$$

$$I_{\text{КРЭ}} = NC_A C_B \langle f \rangle^2 \sum_{R_s} \alpha(R_s) \cdot \cos(qR_s) \cdot (qA_Q)^2. \quad (22)$$

При расчете интенсивности диффузного рассеяния поликристаллами выражение (18) необходимо усреднить по всем ориентировкам вектора рассеяния. Аналитически это можно сделать лишь для интенсивности без учета ближнего порядка  $I_{\text{П}}$ , выражение для которой имеет вид:

$$I_{\text{П}} = NC_A C_B (f_B - f_A)^2 \sum_i C_i \alpha_i \frac{\sin(|\mathbf{q}| \cdot |\mathbf{R}_i|)}{|\mathbf{q}| \cdot |\mathbf{R}_i|}, \quad (23)$$

где  $C_i$  – координационное число;

$a_i$  – параметры ближнего порядка для  $i$ -ой координационной сферы.

Остальные два члена можно усреднить аналитически лишь с использованием макроскопической модели. При использовании макроскопической модели, зона Бриллюэна заменяется равновеликой сферой Дебая и усреднение проводится по сечениям сферы Дебая соответствующих узлов обратной решетки сферой радиуса  $|\mathbf{q}|$  [3].

При использовании микроскопической модели усреднение по всем ориентировкам вектора рассеяния можно провести лишь численно, интегрируя в сферических координатах по углам  $\gamma$  и  $\phi$ . Причем в случае кристалла кубической сингонии расчет можно сократить в 48 раз, используя кубическую симметрию кристалла. В результате усреднение проводится в телесном угле, ограниченном плоскостями:

$$z=0; \quad x-y=0; \quad y-z=0.$$

Численное интегрирование по углу  $\gamma$  удобно проводить с помощью метода численного интегрирования функций умноженных на  $\sin$  или  $\cos$  (метод Филона). Численное интегрирование по углу  $\phi$  можно проводить любым из известных методов. При этом нужно обращать внимание на то, чтобы вектор рассеяния не принимал значений, при которых знаменатель подынтегральных функции в (25)–(28) обращался в нуль или был близок к нулю, в противном случае неизбежны ошибки.

Поскольку  $\mathbf{F}_Q$  и  $\mathbf{D}_Q$ , а следовательно, и  $\mathbf{A}_Q$  обладают трансляционной симметрией, то нет необходимости приводить к первой зоне Бриллюэна вектор рассеяния, который является аргументом этих функций. Таким образом, интегрирование проводилось в следующих пределах:

$$b = \frac{\pi}{2}; \quad C' = \frac{\pi}{2} - \arcsin \left( \sin \left( \frac{\phi}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi}} \right) \right), \quad (24)$$

$$S(q)_{0,\text{лрЭ}} = \frac{24}{\pi} \int_0^{\frac{b}{2}} d\phi \int_b^{C'} (\mathbf{qA}_Q) \cos(\gamma) d\gamma \equiv 2 \langle (\mathbf{qA}_Q) \rangle_{\phi,\gamma}, \quad (25)$$

$$S(q)_{0,\text{крЭ}} = \frac{24}{\pi} \int_0^{\frac{b}{2}} d\phi \int_b^{C'} (\mathbf{qA}_Q)^2 \cos(\gamma) d\gamma \equiv \langle (\mathbf{qA}_Q)^2 \rangle_{\phi,\gamma}, \quad (26)$$

$$S(q)_{i,\text{лрЭ}} = -\frac{24}{\pi} \int_0^{\frac{b}{2}} d\phi \int_b^{C'} \sum_{j=1}^m (\mathbf{qA}_Q) \cos(QR_i^j) \cos(\gamma) d\gamma \equiv -2 \left\langle (\mathbf{qA}_Q) \sum_{j=1}^{m_i} \cos(QR_i^j) \right\rangle_{\phi,\gamma}, \quad (27)$$

$$S(q)_{i,\text{крЭ}} = -\frac{24}{\pi} \int_0^{\frac{b}{2}} d\phi \int_b^{C'} \sum_{j=1}^m (\mathbf{qA}_Q)^2 \cos(QR_i^j) \cos(\gamma) d\gamma \equiv \left\langle (\mathbf{qA}_Q)^2 \sum_{j=1}^{m_i} \cos(QR_i^j) \right\rangle_{\phi,\gamma}, \quad (28)$$

где  $S(q)_{0,\text{лрЭ}}$ ,  $S(q)_{0,\text{крЭ}}$  – структурные факторы размерного эффекта для ‘нулевой’ сферы, т.е. в отсутствии ближнего упорядочения атомов компонент,  $S(q)_{i,\text{лрЭ}}$ ,  $S(q)_{i,\text{крЭ}}$  – структурные факторы размерного эффекта для  $i$ -ой сферы.

Для анализа влияния различных приближений на рассчитываемые значения интенсивности  $I_d$  диффузного рассеяния поликристаллическими сплавами, нами было проведено сравнение интенсивности диффузного рассеяния, обусловленной линейным и квадратичным размерными эффектами, рассчитанной по формулам работы [2] в изотропной континуальной модели и по формулам (25)–(28) в микрокопической модели, где для расчета матрицы  $\mathbf{D}_Q$  и квазиупругой силы  $\mathbf{F}_Q$  использовались выражения, полученные в модели Борна-Бегби (10)–(11).

Как показано выше, в микрокопической модели вследствие трансляционной симметрии  $\mathbf{A}_Q$  при  $Q = \frac{G}{2}$  обращаются в нуль.

Сравнение вышеописанных моделей иллюстрируется на рисунках 3 и 4. Из рисунков видно, что для линейного размерного эффекта периоды осцилляций для обеих моделей близки и связаны с положениями структурных максимумов, также видно, что амплитуды колебаний линейной СФЗЭ различны. Но, несмотря на различия, все приведенные модели можно использовать при оценке значений интенсивностей диффузного рассеяния, обусловленного линейной СФЗЭ, так как в областях, где ведется съемка диффузного рассеяния, все модели дают близкие результаты. Такой характер поведения кривых на рисунке 3 можно объяснить нечетностью функции  $\mathbf{A}_Q$ , вследствие чего при усреднении по всем углам вектора рассеяния происходит сокращение ошибок. Противоположная картина наблюдается в случае рассеяния, обусловленного квадратичным размерным эффектом (рисунок 4), поскольку в соответствующее выражение (26) произведение  $\mathbf{A}_Q$  на вектор рассеяния входит во второй степени. В этом случае при численном усреднении ошибки складываются. Так, кривые макрокопической модели (рисунок 4) лежат гораздо выше, чем микрокопической. Из сравнения кривых можно сделать вывод о том, что учет дискретности структуры (зануление  $\mathbf{A}_Q$  в районе границ зоны Бриллюэна) приводит к значительному понижению интенсивности за счет квадратичного размерного эффекта, а сравнивая кривые континуальной и микрокопической моделей, можно видеть, что завышение  $\mathbf{A}_Q$  в районе малых  $Q$  (рисунок 4) приводит к значительному завышению интенсивности за счет квадратичного размерного эффекта в районе сверхструктурных максимумов.

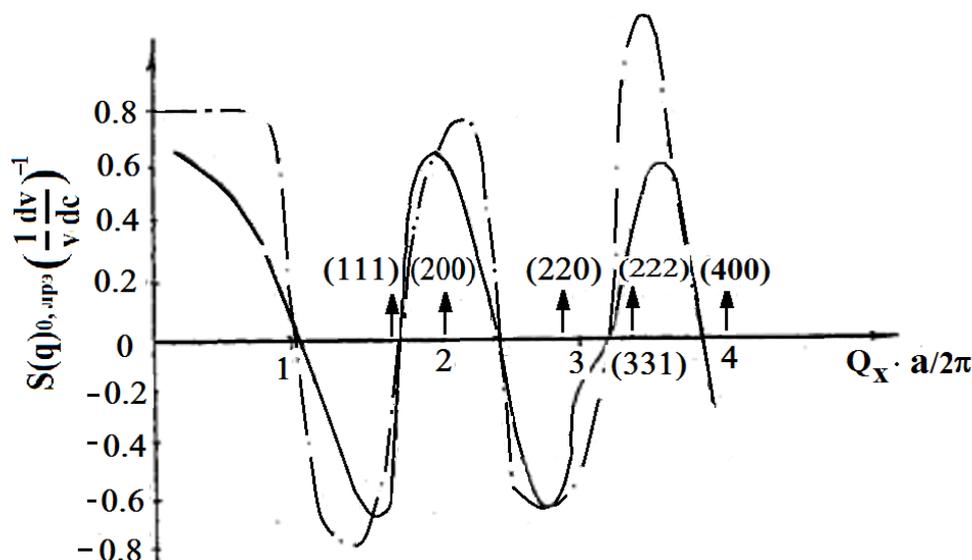


Рисунок 3 – Нормированный на изменение объема линейный СФЗЭ «нулевой» сферы. Линейный СФЗЭ рассчитан в двух моделях: сплошная линия – модель Борна-Бегби, штрих-пунктирная линия – континуальная модель

Если рассматривать характер поведения кривых, характеризующий квадратичный размерный эффект, то видно, что кривые, полученные в микрокопической модели, значительно отличается от характера кривой, полученной в макрокопической модели.

#### 4 Влияние параметров ближнего порядка на интенсивность диффузного рассеяния

Как следует из формул (19)–(22) интенсивность диффузного рассеяния твердого раствора с учетом упорядочения и размерного эффекта можно представить в виде суммы трех членов: первый зави-

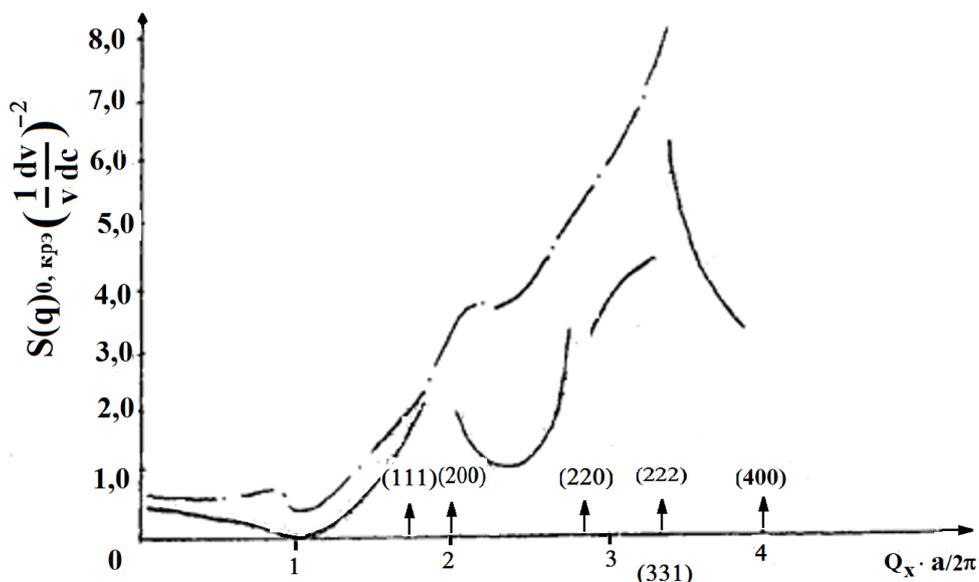


Рисунок 4 – Нормированный на изменение объема квадратичный СФРЭ «нулевой» сферы. Квадратичный СФРЭ рассчитан в двух моделях: сплошная линия – модель Борна-Бегби, штрих-пунктирная линия – континуальная модель

сит лишь от параметров ближнего порядка и пропорционален квадрату разности форм-факторов компонент сплава; второй зависит как от параметров порядка, так и от линейного размерного эффекта и пропорционален произведению среднего форм-фактора сплава на разностный форм-фактор; третий член – зависит от параметров порядка и квадрата среднего форм-фактора. Суммарная интенсивность будет определяться как параметрами ближнего порядка, так и характером искажений идеально решетки. Причем из-за того, что множителем, для одного из составляющих этой суммы, членов, является квадрат среднего форм-фактора, можно надеяться, что влияние упорядочения будет значительным даже на диффузное рассеяние сплава, состоящего из компонент с близкими атомными номерами.

Был проведен расчет интенсивности диффузного рассеяния сплава  $Cu - 22.7at\%Zn$ , порядковые номера, компонент которого в периодической таблице отличаются на единицу. Для этого раствора известны экспериментальные значения  $\frac{1}{v} \times \frac{\partial v}{\partial C} = 0,19$  постоянной решетки  $a = 3.65 \text{ \AA}$ , и упругих постоянных  $C_{11} = 156.4 \text{ ГПа}$ ,  $C_{12} = 113.4 \text{ ГПа}$ ,  $C_{44} = 77.4 \text{ ГПа}$ .

Интенсивность нормировалась на средний форм-фактор сплава, так как наибольший вклад дает третий член суммы в (19). Усреднение по всем углам вектора рассеяния проводилось численно по формулам (24)–(28) для каждой координационной сферы отдельно. Полученные таким образом значения структурных факторов использовались для расчета интенсивностей диффузного рассеяния при различных значениях параметров ближнего порядка. Результаты использования моделируемых структурных факторов размерных эффектов для расчета интенсивности приведены на рисунке 5.

На рисунке 5 представлены нормированные значения интенсивности диффузного рассеяния для различных значений параметров порядка:

$$I_{дп}^H(q) = \frac{1}{4C_A C_B \langle f(q) \rangle} \langle I_n(q) + I_{л,р}(q) + I_{к,р}(q) \rangle_{\phi\gamma},$$

где  $q = \frac{4\pi}{\lambda} \sin(\Theta)$ .

Кривая 1 описывает интенсивность диффузного рассеяния для неупорядоченного сплава. По характеру кривой 1 видно, что основную роль для данного сплава играет квадратичный размерный эффект. Это следует из вида кривой 1 и из-за отсутствия значительных осцилляций, характерных для линейного размерного эффекта. Кривая 2 рассчитана с учетом значений параметров ближнего порядка равных:

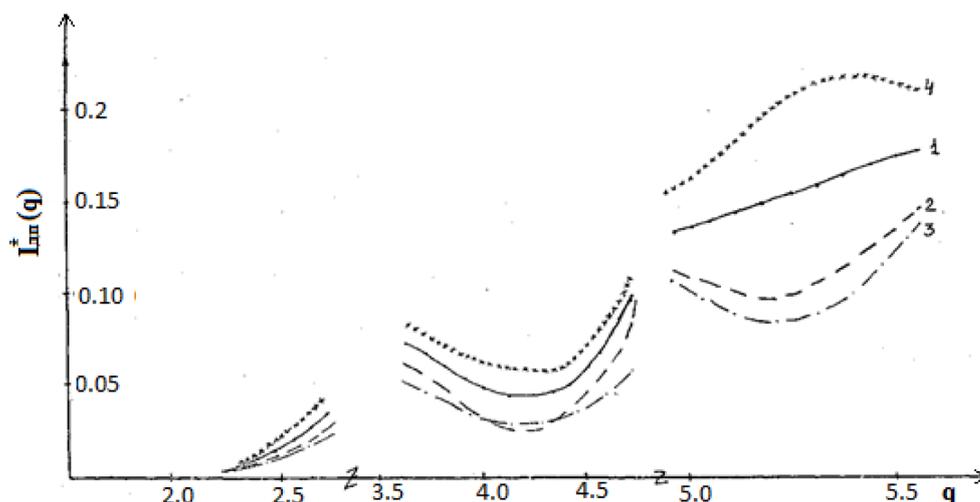


Рисунок 5 – Моделированная нормированная интенсивность диффузного рассеяния сплава Cu-20%Zn за счет ближнего порядка и размерного эффекта для различных значений  $\alpha_i$ :

- |   |         |   |
|---|---------|---|
| 1 | ————    | $\alpha_{i>0} = 0,$   |
| 2 | -----   | $\alpha_0 = 1, \alpha_1 = -0.1, \alpha_2 = 0.2, \alpha_{i>2} = 0,$                    |
| 3 | — · — · | $\alpha_0 = 1, \alpha_1 = -0.1, \alpha_2 = -0.2, \alpha_3 = -0.05, \alpha_{i>3} = 0,$ |
| 4 | *****   | $\alpha_0 = 1, \alpha_1 = 0.1, \alpha_2 = -0.2, \alpha_{i>2} = 0.$                    |

$\alpha_0 = 1, \alpha_1 = -0,1, \alpha_2 = 0,2$  (на 1-ой сфере знак отрицателен, а на 2-ой положителен).

Как видно из рисунка 5 такие значения  $\alpha$  привели к падению значений интенсивности диффузного рассеяния. Так же видно, что с увеличением угла рассеяния влияние ближнего порядка усиливается, причем в третьем интервале, т.е. между структурными максимумами типа (220) и (311), это привело к изменению характера поведения кривой 2. Видно, что влияние ближнего порядка является значительным, и в некоторых областях изменения значений интенсивности достигает 30 %. Учет параметров порядка еще на двух координационных сферах (кривая 3, рисунок 5) приводит к еще большему понижению интенсивности диффузного фона. Характер кривой 3 отличается от характера кривой 2 в третьем интервале. Изменение знака параметров порядка на первых двух координационных сферах (кривая 4) привело к увеличению интенсивности во всех трех интервалах измерения. Это легко видеть, сравнивая кривую 4 с кривой 1, рассчитанной для неупорядоченного сплава.

#### Заключение

Влияние размерного эффекта на свойства твердых растворов неоднократно исследовалось в различных работах [6–19]. Из приведенных в данной работе модельных расчетов можно сделать вывод о том, что ближний порядок существенно влияет на интенсивность диффузного рассеяния, даже в случае сплавов, состоящих из компонент с близкими атомными номерами компонент. При определении параметров ближнего порядка методом диффузного рассеяния рентгеновских лучей, необходим учет размерного эффекта на максимально возможном числе рассматриваемых координационных сфер.

#### Список литературы

1. Кривоглаз М.А. Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами. – М.: Наука, 1967. – 286 с.
2. Иверонова В.И., Кацнельсон А.А. Ближний порядок в твердых растворах. – М.: Наука, 1977. – 256 с.
3. Иверонова В.И., Ревкевич Г.П. Теория рассеяния рентгеновских лучей. – М.: МГУ, 1978. – 197 с.
4. Илюшин А.С., Орешко А.П. Дифракционный структурный анализ. – М.: Физический факультет МГУ, ООО издательский дом «Крепостновъ», 2013. – 616 с.
5. Кубова Р.М., Афанасьев Ю.И. Комплексный подход к обучению навыкам математического моделиро-

вания. Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 1080–1083.

6. Кривоглаз М.А. Строение ближнего порядка в металлических сплавах // Металлофизика. – 1984. – 6. – № 1. – С. 3–36.

7. Крисько О.В., Скоробогатова Т.В. Новая методика учета влияния размерного эффекта на диффузное рассеяние рентгеновских лучей твердыми растворами металлов. В сб.: Экологические и природоохранные проблемы современного общества и пути их решения: материалы XIII международной научной конференции. В 2-х ч. / под ред. А.В. Семенова, Н.Г. Малышева, Ю.С. Руденко. – М., 2017. – С. 386–393.

8. Крисько О.В., Скоробогатова Т.В., Силонов В.М. Физика сплавов. Ч. II. Смещения в твердых растворах и их роль в формировании энергии упорядочения. – М.: МГУ, 2004. – 51 с.

9. Силонов В.М., Скоробогатова Т.В., Крисько О.В. Статические смещения атомов компонент металлических твердых растворов и формирование ближнего порядка // Вестник МГУ. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2006. – №2. – С. 50–53.

**MODELING OF LINEAR AND SQUARE STRUCTURE FACTORS OF SIZE EFFECTS  
IN THE THEORY OF THE DIFFUSE X-RAY SCATTERING BY POLYCRYSTALLINE SOLID  
SOLUTIONS**

**Krisko O.V.,**

*Candidate of Physico-Mathematical Sciences,  
Professor at the Department of mathematics and informatics,  
Moscow Witte University, Moscow,  
e-mail: krisko1952@mail.ru,*

**Skorobogatova T.V.,**

*Candidate of Physico-Mathematical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Physics, Faculty of Aircraft Systems and Complexes,  
Moscow State Technical University of Civil Aviation (MSTUCA), Moscow,  
e-mail: tankris@mail.ru,*

**Silonov V.M.,**

*Doctor of Physico-Mathematical Sciences,  
Chief Research Officer of the Department of Solid State Physics, Faculty of Physics,  
Lomonosov Moscow State University, Moscow,  
e-mail: silonov\_v@mail.ru*

*The method of modeling of diffuse X-ray scattering by polycrystalline metal solid solutions due to distortions of ideal lattice because of difference in the sizes of atoms (dimension effect) is considered. Macroscopic and microscopic models of calculation of structure factors of size effects were compared. It is shown that the linear structure factor in microscopic and macroscopic model differ slightly. The square structure factor calculated in macroscopic model considerably differs from a square structure factor calculated by microscopic model. In work it is concluded that at model operation use of microscopic model is necessary. It is shown that calculated intensity of diffuse X-ray scattering by metal solid solution considerably depends on order parameters even at the small difference of components form factors.*

**Keywords:** solid solutions of metals, diffuse X-ray scattering, short-range order, size effect, elastic constants of metals

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 1 (22)' 2018

Электронный научный журнал (Электронное периодическое издание)

Редактор и корректор

*Альтенгоф А.А.*

Компьютерная верстка

*Савеличев М.Ю.*

Электронное издание.

Подписано в тираж 07.05.2018

Печ. л. 10,62. Усл.-печ. л. 9,88. Уч.-изд. л. 5,56.

Объем 15 Мб. Тираж – 500 (первый завод – 40) экз. Заказ № 18-0099.

Отпечатано в ООО «СиДи Копи»,

111024, Москва, ул. Пруд Ключики, д. 3, тел. 8 (495) 730-41-88

Макет подготовлен в издательстве электронных научных журналов

ЧОУВО «Московский университет им. С.Ю. Витте»,

115432, Россия, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 12, стр. 1,

тел. 8(495) 783-68-48, доб. 45-11.